ISSN 2092-920X

www.ipnt.or.kr

2026 IPNT Conference

2026년 항법시스템학회 정기학술대회

2026. 11. 3.(화)~7.(토)

롯데호텔 제주(중문)

주제 / 시간을 잇고 공간을 넓히다: K-PNT 생태계의 내일

주최 / (사)항법시스템학회

Web Proceedings, Tutorial Book

Web Proceedings
http://ipnt.or.kr/2026IPNT

주최 사단법인 항법시스템학회 THE INSTITUTE OF POSITIONING NAVIGATION, AND TIMING

후원 KARI 한국항공우주연구원 Korea Aerospace Research Institute, Hanwha Aerospace, LIG Defense& Aerospace, MICROINFINITY, kt sat, SUNGWHA Tech International Network System, ThalesAlenia Space, GTS solutions, ETOBB Electronic Top Beyond Boundary

Copyright 2026. IPNT All rights reserved


LIG Defense& Aerospace
대한민국을 수호하는 것
이것은 우리의 타고난 DNA
지키고 싶은 게 많은 만큼
지켜야 할 게 넓어진 만큼
우리의 DNA는
또 한 번 진화합니다
보이지 않는 곳부터
가보지 못한 곳까지
대한민국을 넘어 우주로

kt sat

Where inspiration becomes insight



KOREASAT-9

- Orbital Location: TBD
- Launch: Planned in 2028
- Uplink Teleports: TBD
- Coverage:
  - Philippines, Malaysia, Indonesia, Taiwan
    South China Sea, Indo-China Peninsula

NEW HIGH THROUGHPUT SATELLITE TO BE LAUNCHED

HQ: ktsat@kt.com | Kumsan Satellite Service Center: kumsan_es@kt.com | Teleport Service Team: ksn-teleport@kt.com | Website(https://ktsat.com/)



SPACE TO TRAVEL & NAVIGATE

WHAT WE MAKE POSSIBLE...

... Enabling location and map services

... Providing accuracy and reliability of localization

... Ensuring the safety of travelers

... Enabling the Internet of Things

Galileo Global Navigation System
Galileo 2nd Generation
KPS Navigation Payloads
SBAS (Satellite-Based Augmentation System)
LEO PNT solutions
Moonlight - Navigation (and TLC) for the Moon
Search And Rescue solutions
Ground Segments for Navigation
GNSS Spaceborne Receivers

... ANYTIME, ANYWHERE

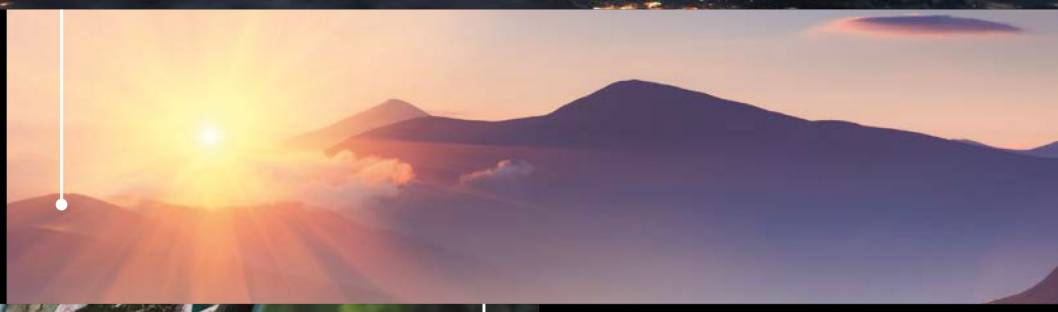


SPACE TO...



EXPLORE

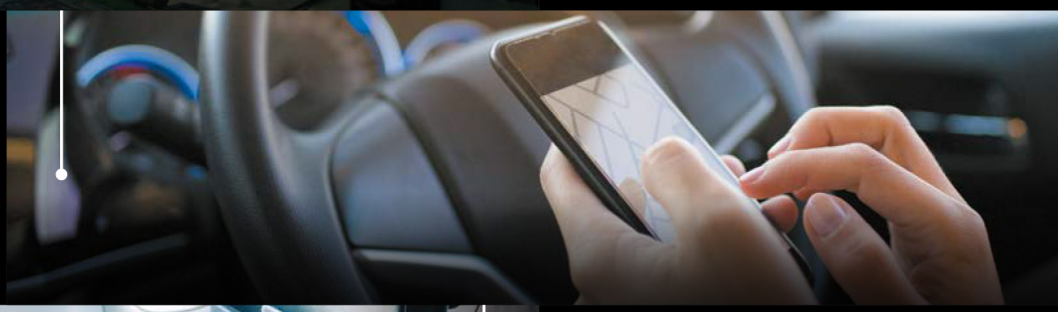
OBSERVE
& PROTECT





SECURE
& DEFEND

TRAVEL
& NAVIGATE





CONNECT

SPACE FOR LIFE

Photo credits: Thales Alenia Space - Northrop Grumman - Shutterstock - Master Image Programmes
Printed on FSC certified paper from sustainably managed forests

ThalesAlenia Space
a Thales / Leonardo company

GNSS 시뮬레이터
GNSS Simulater



GSG-8 Gen2



GSG-7



GSG-Anechoic



GSG-Wavefront



SPG-S

타임 서버
Time Server



SECURESYNC 2400



VERSASYNC



White Rabbit LEN



White Rabbit Z16



White Rabbit ZEN TP-32BNC



CDM PCIe Timing Cards

원자 시계
Atomic Clock



mRo-50
Atomic Clock



LPFRS
Rubidium Oscillator



SRO-5680
Rubidium Oscillator



GRClok-1500
Rubidium Clock



RBSource-1600



GNSSource-2500

광통신 모듈
Fiber Option Communication



SPG-FTR GNSS Transmitter



SPG-FTX GNSS transceiver

SAFRAN
한국 공식 대리점

ETOBB
Electronic Top Beyond Boundary
(주)이투비비
서울시 금천구 가산디지털1로 131, B동 503호 T. 02-6677-3409 F. 02-6499-3409 sales@etobb.co.kr www.etobb.co.kr

Microchip Technology Inc.
One Enterprise, Aliso Viejo, CA 92656 USA
www.microchip.com

Microchip Leading the World in Precise Time Scale Solutions (PTSS)



PTSS



SyncSystem 4380A Time Scale



Time Scale Orchestrator



5071B
Cesium Primary Frequency Standard



MHM-2020 Active Hydrogen Maser

SyncSystem 4380A Time Scale Edition generates an autonomous time scale derived from combining several highly accurate independent clocks

Time Scale Orchestrator software providing a unified view for management, monitoring, alarming, and reporting functions that form the time scale system

5071B Cesium Primary Frequency Standard and MHM 2020 Active Hydrogen Maser
Microchip's atomic clocks which provide accurate and stable frequencies to generate the ensemble time scale frequency

53100A Phase Noise Analyzer

- Allan deviation (ADEV) typically less than 5E-15 at t=1s, 1E-16 at t=1000s
- Measure up to 3 devices simultaneously
- Close-to-carrier Phase noise and AM noise at offsets from 0.001 Hz
- Single or dual reference oscillator inputs allow cross-correlation measurements with noise floor approaching -175dBc/Hz



Embedded Atomic Clock Applications

- **Miniature Atomic Clock (MAC) SA.5X**
  - **Versus the Competitors:**
    - <1/5 the Size
    - <1/3 the Power
    - 2-3x Performance Improvement
  - **Production ramp NOW**

- **Chip Scale Atomic Clock (CSAC) SA45/SA65**
  - Designed for Ultra low Power Precision
  - Less Than 200mW operation
  - Setting New Standards for:
    Size, Weight, and Power (SWaP)
  - CSAC Status:
    - Early production for undersea exploration
    - Engineering prototyping other apps





GTS solutions

지티에스솔루션즈㈜
우08517 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호 (가산동, 가산테라타워)
전화: (02)6230-6100 / 팩스: (02)6230-6103 / Email: sales@gtssolutions.co.kr

MICROINFINITY

PNT-C
Position / Navigation / Timing / Communication

PNT-C 기술로 항법(위성/관성/복합/영상), 관성센서, 데이터링크,
항재밍, 전원 장치를 첨단 무기체계에 최적화 하여 공급합니다.



1 정밀 MEMS 관성센서 솔루션

2 GNSS 다중위성 항법 솔루션

3 광대역 데이터링크 통신 솔루션

4 양자센서 차세대 항법 솔루션

주요 협력사 국방과학연구소 방위사업청 LIG D&A KOREAN AIR 한화에어로스페이스 KAI

· 2023 방산혁신기업 100선정 · 2013 지능형로봇대상 산업부장관상 외 다수

MICROINFINITY
(본사) 경기도 수원시 영통구 광교로 109, KANC 8층 (대전사업장) 대전광역시 유성구 테크노3로 22(관평동) (구미사업장) 경상북도 칠곡군 석적읍 강변대로 2422-3 1동 2층
(대표전화) 031-546-7400 (E-MAIL) sales@minfinity.com

SUNGWHA Tech
International Network System

XSENS

High-precision inertial sensor modules by Xsens

MTi 1 Series

IMU, VRU, AHT, AHRS, GNSS/INS,
RTK GNSS/INS



MTi 600 Series OEM

IMU, VRU, AHT, AHRS, GNSS/ INS,
RTK GNSS/INS



MTi 600 Series Rugged

IMU, VRU, AHT, AHRS



MTi 600 & MTi-G-710 Series GNSS/INS, Rugged

GNSS/INS, RTK GNSS/INS



Xsens Avior Series / **Dual RTK** Series

IMU, VRU, AHRS&MRU, GNSS/INS, RTK GNSS/INS,
Dual Antenna RTK GNSS/INS



Xsens Sirius Series / **Dual RTK** Series

IMU, VRU, AHRS&MRU, GNSS/INS, RTK GNSS/INS,
Dual Antenna RTK GNSS/INS



Xsens Vision Navigator

Vision enabled GNSS/ INS



www.sungwhatech.com
info@sungwhatech.com
Tel: 042-828-7857

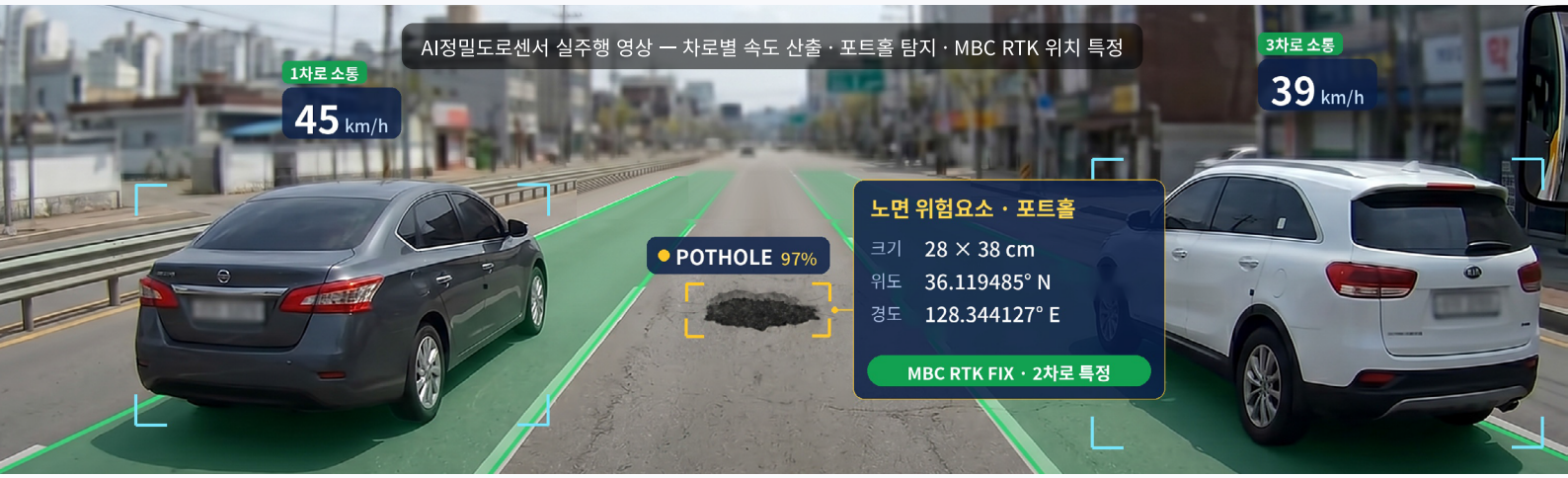
LaneAI

MBC

AI 기반 차로 단위 실시간 교통정보 플랫폼

도로가 아니라, 차로를 봅니다.

LaneAI는 CCTV·차량 영상을 AI로 분석해 차로별 속도를 산출하고, 포트홀·낙하물 같은 노면 위험요소는 **MBC RTK cm급 정밀측위**로 어느 차로에 있는지까지 특정해 도시의 모든 차선에 실시간으로 전합니다.



LaneAI는 이렇게 작동합니다 HOW IT WORKS

01 수집
3종 영상 동시 수집
도로 CCTV, 택시 AI 블랙박스, 버스 AI정밀도로센서

›

02 AI 추론
차로 단위 분석
차선 인식 → 차로별 차량 매칭 → 속도·위험요소 산출

›

03 정밀측위
MBC RTK 결합
포트홀·낙하물 위치를 cm급 좌표로 차로 단위 특정

›

04 배포
차로 단위 TPEG
지상파 방송망과 IP로 내비게이션·관제에 동시 배포

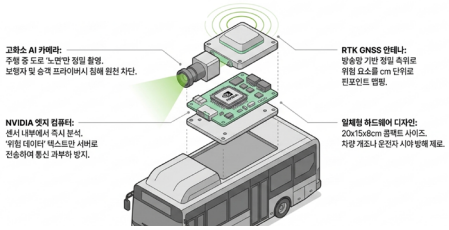
핵심 기술과 전시품 CORE TECHNOLOGY

LaneAI CORE · 정밀측위

MBC RTK

전국 GNSS 기준국의 보정정보를 방송망과 LTE·5G로 동시에 전달하는 세계 최초의 방송망 기반 정밀측위 서비스. 차선 폭보다 훨씬 작은 오차로 LaneAI가 탐지한 노면 위험요소에 차로 단위 좌표를 부여합니다.

100개	1~2cm	2017
전국 GNSS 기준국 운영	RTK 측위 정확도	방송망 기반 세계 최초 상용화



EXHIBIT

AI정밀도로센서

AI 카메라 + RTK GNSS + IMU + 엣지 컴퓨터 일체형. 시내버스에 장착해 주행 중 노면 위험요소를 차로·좌표 단위로 탐지합니다.

차로별 실시간 속도
같은 도로에서 차로마다 다른 통행 속도를 분리 산출

노면 위험요소 탐지
포트홀·균열·낙하물과 돌발 상황을 자동 판별

방송망 + IP 이중 배포
통신 음영 구간에서도 끊기지 않는 정보 전달

차로 구분 길안내
혼잡 차로 회피·차선 변경 권장을 내비게이션에 표출

본 홍보물은 국토교통부 「디지털도로 AI 신기술 지원사업」의 지원을 받아 제작되었습니다.

MBC ㈜문화방송 기술정보사업팀
서울시 마포구 성암로 267 · rtk.mbc.co.kr

LaneAI 관련 문의 02-789-1648 · laneai@mbc.co.kr
MBC RTK 관련 문의 02-789-1646 · mbcrtk@mbc.co.kr

cm급 정밀도, 한 손에 담다

- 작지만 강력한 피피솔 고정밀 RTK 라인업 -

RTAP3M

초고정밀 • 기준국용 디자인

기준국 맞춤으로 구성된
삼중주파수 수신기

A1

베이스와 로버, 올인원

수신기 + 안테나로 디자인된
다목적 삼중주파수 장비



RTK2UF

스마트폰 및 태블릿 탈부착

이동체 탑재용 초소형
이중주파수 수신기

RTAP2U

배터리 내장형

충전형 고정밀 • 소형
이중주파수 수신기

RTAP3MS

초고정밀 • 소형 이동체 탑재

RTAP3M의 간소화된 옵션으로
구성된 초고정밀 수신기

PPSOL ppsol@ppsol.com | www.ppsol.com | 서울특별시 금천구 서부샛길 606, B-2311, 08504

ULTRONICS

FOG INS / AHRS / IMU



Boreas A50&D50

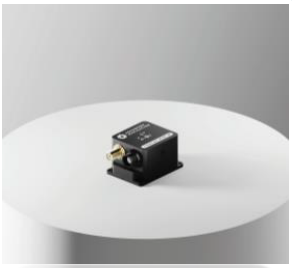


Boreas A70&D70
A90&D90

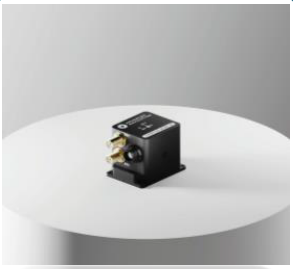


TAC-450 IMU

MEMS INS / AHRS



Certus Mini N



Certus Mini D



Certus EVO



Motus

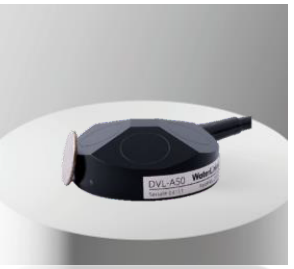
Subsea Navigation



Subsonus



Subsonus Tag



DVL A50

서울시 강서구 공항대로 200, 마곡지웰타워 1003호
sales@ultronics.co.kr | 02-6673-3272
www.ultronics.co.kr

㈜울트로닉스

KEYSIGHT

Accelerate & Simplify PNT Testing



PNT X

New Benchmark for Performance

- 2KHz simulation iteration rate - 2ms latency in HIL 시스템
- 100Khz Update Rate의 Spinning 모델 모사
- 3D모델을 이용한 사실적인 환경 및 먼티패스 모사
- CRPA 및 챔버 테스트를 위한 10개의 독립적인 RF 출력포트 지원
- Inertial 센서 통합 시뮬레이션
- Spoofing & Jamming 시험
- DGPS corrections



새로운 신호체계 개발을 위한 Flex Simulation

- Custom Carriers and Codes Definition
- Custom PRN sequence, Chipping rate and Nav Messages
- S-Band 주파수 지원



GSS7000

MULTI-GNSS CONSTELLATION SIMULATOR SYSTEMS

Low price , High performance GNSS시뮬레이터입니다. 옵션에따라 생산라인에서 개발에 이르기까지 목적에 맞게 시스템을 구성할 수 있으며, 최대 256채널을 지원하며 모든 GNSS 체계와 주파수 뿐만 아니라 Interference 신호까지, 항법 및 항재밍 시험에 필요한 모든 신호를 하나의 장비에서 지원합니다.



PNT Xe

For Fundamental testing, with easy integration form-factor

Spirent의 새로운 Low Cost & High Quality GNSS 시뮬레이터
Compact한 사이즈에 Spirent 믿을 수 있는 신호 품질을 담아내었습니다.
Single Channel 및 Multi Channel을 지원하며 Dual Channel 시뮬레이션을 지원합니다.

와이즈시스템(주)
WISE SYSTEM
T.070-7010-0440 E-mail. sales@wisesystem.co.kr www.wisesystem.co.kr

가치공간정보
Valuable Spatial Information

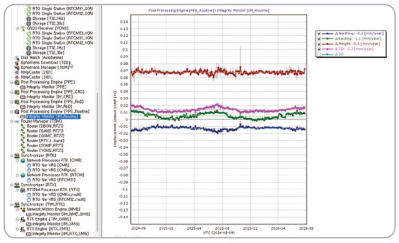
고정밀 GNSS 측위 솔루션 및 서비스

GNSS CORS 유지관리



- GNSS 데이터통합센터,
  국립해양측위정보원, 서울특별시 외
- 고도화 및 유지관리로 안정적인
  GNSS 측위 보정 서비스 제공
- GNSS 데이터 제공 : RTCM, RINEX 2/3/4

실시간 변위 모니터링



- 모든 GNSS 측위 기법 적용된 통합 모니터링
- mm급 고정밀 변위 산출 : Bernese 5.4 기반 솔루션
  (구조물 침하량 정밀 장기 분석)
- RTK, PPP-RTK, 후처리 : Trimble 4D 솔루션
- GNSS 및 광파측량기 통합 모니터링

Trimble Alloy GNSS Receiver



- PPP 서비스 내장 : Trimble RTX Fast
- Anti-Spoofing : Trimble Sentry 기능
- 현대화된 GNSS 신호 모두 수신 : Trimble 360 기술
- 멀티패스 저감 : EVEREST Plus 기능
- 스펙트럼 분석기 : 재밍 확인

Applanix GNSS/INS POS LVX



- 사용자 요구 정확도에 따른 유연한 측위 성능 구성
- Dual IMU : 내장 및 외장 IMU 구성
- PPP-RTK (Trimble RTX) 및
  후처리 (POSPac) 서비스 1년 제공

경기도 수원시 권선구 수성로 8 경기중소기업성장지원센터 103호
www.valuespace.info | 010-2719-8527 | 서동용 대표

가치공간정보
Valuable Spatial Information


DANAM SYSTEMS
Navigation & GNSS Anti-jamming solution
세계 최고 수준의 위성항법 및 전파 교란 대응 기술
단암시스템즈가 함께하겠습니다.
www.danam.co.kr

FIBERPRO



Ultra-Compact IMU
More Mission. Less Compromise.

Ultra-Compact

30% smaller in volume than competing products for seamless integration into space-constrained platforms.

Tactical-Grade

Full tactical-grade performance for aircraft, UAVs, missiles, satellites, and other mission-critical platforms.

Fast & Flexible

Proprietary technology enables fast lead times and customized development.

www.fiberpro.com



LabSat 4

Advanced GNSS Signal Testing with Precise Customization

LabSat 4 combines performance with simplicity - it has never been this easy to record, replay and simulate complex GNSS test scenarios.

- 12-bit I&Q Quantization
- 10 - 60 MHz Variable Bandwidth
- 3 Configurable RF Channels
- Records CAN, RS232 & Digital Signals
- Real-Time Simulation with SatGen Software



LabSat
labsat.co.uk
T. 02-6737-7617
E. steven@gnss-solution.co.kr

Positioning, Navigation, and GNSS testing

R&S®SMBV100B 벡터 신호 발생기
R&S®SMW200A 벡터 신호 발생기



Global Navigation Satellite System

- GNSS(GPS, GPS P-code, Galileo, GLONASS, BeiDou) / L1, L2, L5 지원
- RNSS(QZSS/SBAS, NavIC, IRNSS) / L1, L2, L5 지원
- 최대 612 개 위성 채널 시뮬레이션
- RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring / 무결성 모니터링) 테스트 문구 포함
- NMEA, KML, Vector, Waypoint 기반 Trajectory 파일 생성 삭제
- 전리층, 대기층에 대한 환경 시뮬레이션
- 장애물, 건물에 대한 멀티패스 효과
- 재밍, 스푸핑 테스트

ROHDE&SCHWARZ
Make ideas real

로데슈바르즈코리아(주) | www.rohde-schwarz.com/kr | Tel: 02-3485-1900 | E-mail: sales.korea@rohde-schwarz.com

Design, Emulate, and Test

Deploy PNT Technology with Confidence





UXA Signal Analyzer

- Frequency Range 2 Hz to 75 GHz
- 4 GHz of Analysis Bandwidth
- -168 dBm of DANL at 1 GHz



UXM 5G Wireless Test Platform

- Analyze 5G NR Chipsets and Devices Across the Workflow
- Keeps Pace with the Standards for Terrestrial and Non-terrestrial Networks



PROPSIM Channel Emulation

- Emulate the Impairments of Complex
- 3D Real-world Radio Channel Conditions
- Signal Bandwidths to 400 MHz



Real-time Awareness Across the RF Spectrum

- Scalable, Network-aware for Spectrum Surveillance, Signal Analysis, and Emitter Geolocation

KEYSIGHT

| **Homepage** | www.keysight.com
| **Contact email** | marketing.korea@keysight.com

KRISO
선박해양플랜트연구소



해양을 세상의 중심으로 이끄는 KRISO

해양의 가치를 미래의 무한가치로
만들어갑니다.

DS Navcours
덕산넵코어스(주)

항법의 미래, KPS, 항재밍, 안티드론시스템
덕산넵코어스가 지키겠습니다!

Secure PNT Solution
for Unmanned Vehicles



34014 대전 유성구 테크노2로 66-6 TEL. 042-363-9000 E-mail. dsnc@oneduksan.com
www.dsnc.co.kr

디지털 혁신으로 행복한 미래세상을 만드는
기술 선구자



ETRI
한국전자통신연구원
Electronics and Telecommunications Research Institute

HEXAGON | NovAtel

INSUNG International co., Ltd.

Authorized Hexagon | NovAtel Dealer 인성인터내쇼날㈜ www.insungsys.kr

Worldwide Anti-Jamming Solution

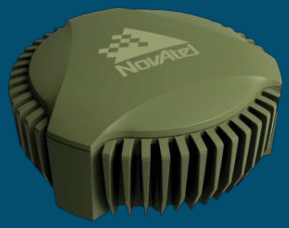
GRIT - GNSS Resilience and Integrity Technology

1. Anti-jam Antenna Systems (GAJT series)

*NEW



GAJT-AE3



GAJT-710ML



GAJT-410ML



GAJT-310

2. Anti-jam GRIT Firmware Systems (RoDAR)



Available through a firmware upgrade on any dual-antenna OEM7 receiver card
Available for commercial applications
It is not subject to ITAR or Canada Controlled Goods regulation.

◁ Configuration
RoDAR – PwrPak7D
with 2 Antennas

INSUNG International R&D Products - ISRO Series

1. ISRO-P2





Internal PIM222A

▲ 105 X 80 X 24 mm

2. ISRO-75





Internal OEM7500

▲ 138 X 83 X 29 mm

3. ISRO-310K



▲ 127 X 102 X 71 mm



Internal GAJT-310
Federated

High Precision Positioning Devices
For mass production
For easier operation
Compact-sized
Lightweight

경기도 용인시 기흥구 기흥로 58, B동 308~309호 (구갈동, 기흥ICT밸리) / (02) 579-5031 / insung@insungsys.kr

MBC RTK
MBC's centimeter level positioning technology

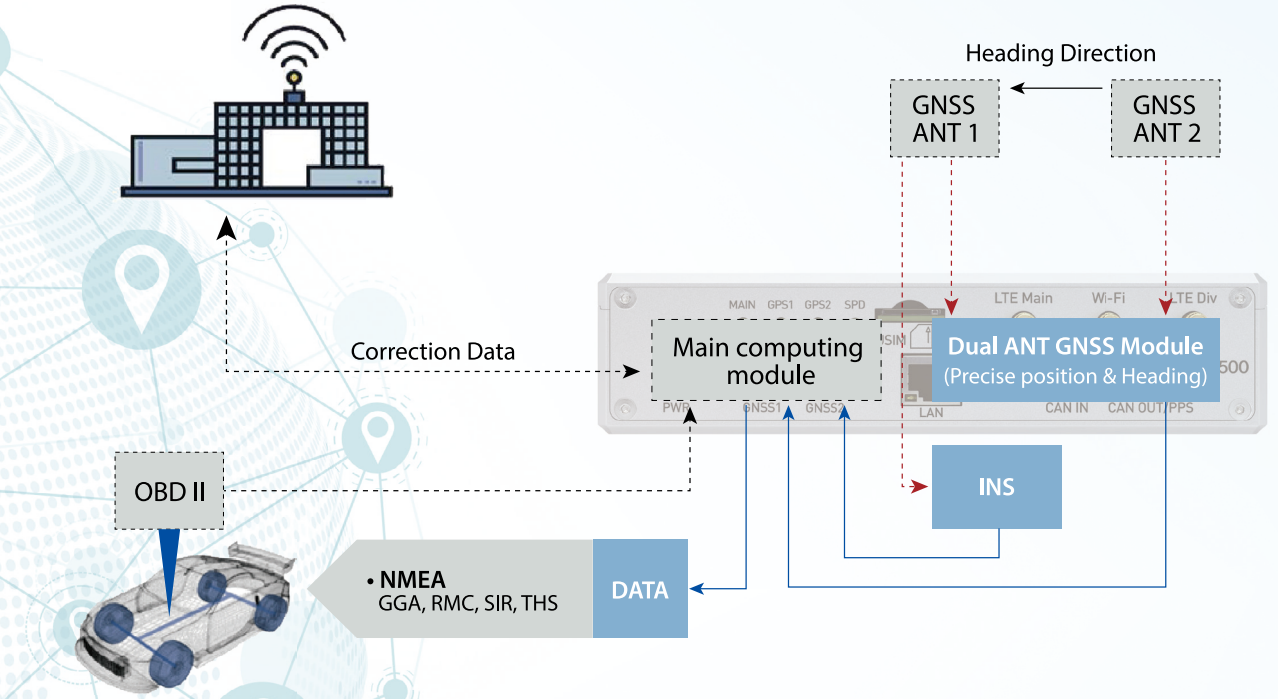
SIR-3500

GNSS/INS

자율주행용 고정밀 GNSS/INS 장치

SIR-3500은 자율주행 기기를 위해 설계되어,
위성항법(GNSS)과 관성항법(INS)을 적용하여
터널과같은 GNSS 음영지역에서도
뛰어난 퍼포먼스를 보여줍니다.





다중 센서 및 통신 모듈 통합 제공

- SIR-3500은 듀얼 GNSS 모듈, 통신 모듈, IMU 센서가 일체형으로 통합된 추측 항법 연산이 가능한 장비입니다.
- 내장된 듀얼 GNSS 모듈은 멀티 GNSS 자료처리를 지원하여 위치 뿐만 아니라 향상된 Heading 데이터를 제공합니다.

Inertial Navgation System (INS) 기술 적용

- SIR-3500 은 INS 기술이 적용되어 있어 GNSS와 IMU 센서 정보를 통합하여 연산된 데이터 값을 출력합니다.

국내/해외 Network RTK 사업자 연결지원

- MBC RTK, GeoDNET, Onocoy, Swift Navigation, Softbank 등의 국내/해외 Network RTK 서비스 사업자와 연결하여 가장 가까운 위치의 기준국으로 부터 보정정보를 수신, 안정적인 RTK 성능을 발휘할 수 있습니다.

간편한 UI로 환경설정 가능

- SIR-3500의 간편한 UI를 통해 환경설정이 가능하며 출력 주기, 출력 정보 등 사용자의 환경에 맞게 설정할 수 있습니다.

출력데이터(NMEA,UNI) Uplink 기능 지원

- 출력데이터(NMEA,UNI)를 지정한 서버로 전송할 수 있는 TCP/UDP Client 기능이 탑재 되어있어 장착 장비에 대한 원격 관제가 가능합니다.

다양한 출력 INTERFACE 지원

- CAN
- UART
- ETHERNET

SYNEREX High-Precision Positioning

(주)씨너렉스 서울시 중구 퇴계로 36가길 100 제산빌딩 2층

담당자 : 박재덕 이사 ☎ 02-2088-1182 ✉ sales@synerex.kr 🖳 www.synerex.kr

ASCEN
Trimble Partner

GNSS · RTK · INS · UWB

OnGreen
Trimble Reseller



SPECIALIZED FOR LBS TECH

위성에서 현장까지,
밀리미터를 잇습니다

20년간 오직 정밀 GNSS. 수신기·안테나·RTK 알고리즘·관제 소프트웨어를 직접 설계·생산하는 대한민국 위성항법 전문기업, ㈜아센코리아입니다.

20년
정밀 GNSS 한 길

6mm
초정밀 측위 정확도

30+
위성기반 프로젝트

㈜아센코리아 ASCENKOREA, TECHNOLOGY INC.
www.ascenkorea.com · sales@ascen.co.kr · 1544-3818

온그린 OnGreen
https://www.ongreen.io · Contact@ongreen.io

ASIA PACIFIC SATELLITE INC.
APSI | KOSDAQ LISTED COMPANY



AP위성(주)

우주와 인간을 향한 끝없는 도전



위성통신 단말기 및 위성통신 차세대 핵심기술 보유

- 위성 휴대폰(Android 기반)
- 위성통신용 모뎀
- 위성통신용 응용 단말기
- 군용 위성통신 모뎀
- 5G/6G 기반 위성통신 기술



위성 핵심 Unit 및 서브 시스템 개발

- 탑재컴퓨터(OBC)
- 고속자료처리장치(SDR)
- 전력조절분배장치(PCDU)
- 전기추진시스템(EPS)
- 지상시험지원장비(EGSE)



소형위성 플랫폼 Solution 제공

- 임무/궤도/운용 시나리오 분석
- 소형/경량 위성 플랫폼
- 비행 소프트웨어
- 시험/검증 장치
- 지상국 & 소프트웨어

HEAD 서울 금천구 가산디지털2로 98, 2동 9층 | **TEL** 02.2026.7700 | **WEBSITE** www.apsi.co.kr

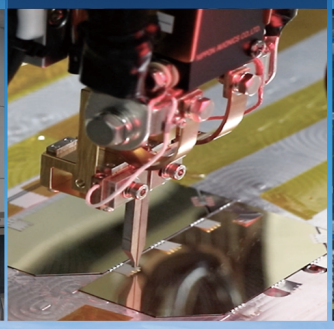
(주)솔탑, 한국형 위성항법시스템의 미래를 함께합니다.

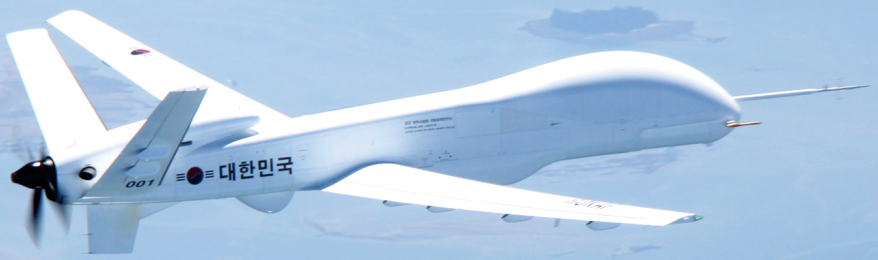
(주)솔탑은 위성·항공 분야의 지상시스템 및 관제·시험 기술을 개발하는 항공우주 전문기업입니다.

위성관제 및 영상 수신, 무인항공기 통제 및 시험, 우주용 태양전지시스템 등
다양한 항공우주 솔루션을 제공하며 미래 산업을 선도하고 있습니다.

SOLETOP

Remote sensing & Telepresence

위성 관제 및 수신/활용	우주용 태양전지시스템	무인기 통제/임무 계획	무인기 가상훈련 및 점검/시험
			



KCEI 핵심 분야

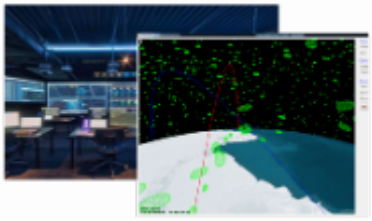
21세기 가상현실 분야를 선도하는 최고의 M&S 전문기업

Real-time Computing



- SIL, HILS환경 구축을 통한 체계 성능 검증 및 분석
- 실장비 및 시뮬레이터 연동 디지털 트윈 환경 구축

모니터링 제어 시스템



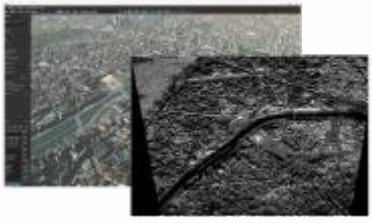
- 임무 모니터링 및 제어 및 관제
- 실데이터 기반의 디브리핑 환경 구축

시뮬레이션



- 임무 성능 효과도 예측, 분석 및 검증
- 다중궤도 항법, 통신에 대한 최적 시나리오 도출

가상합성환경 디지털트윈

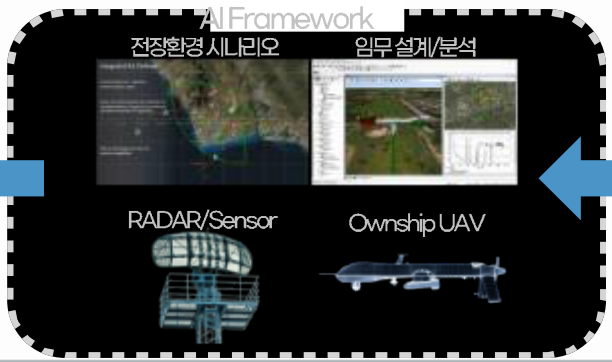


- Physical 기반의 Radar 및 IR 등의 센서 DB 구축
- 디지털트윈에 활용할 다양한 가상 센서 DB 생성

AI 학습환경 구축 및 데이터 검증

Sensor/Radar 영상 이미지 등
학습데이터 출력





AI데이터
시뮬레이션 환경에서 검증



김정자 이사
010-5771-1130

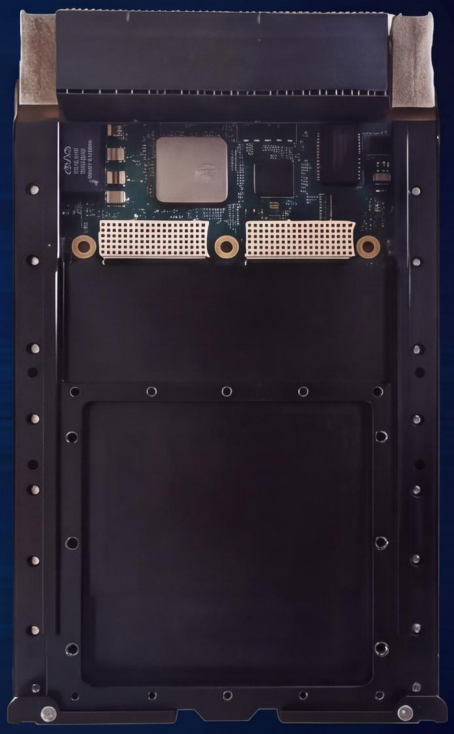
(주)케이씨이아이
서울시 구로구 디지털로 32길 30 코오롱빌란트 1차 15층

Qnion

www.qnion.com

AI-Powered NPU-Accelerated SBC Platform

For Next-Generation
Aerospace Electronics



Defense Sub-system Designer / Embedded System Provider

Highly-Reliable Avionics System & Innovative Satellite Solutions





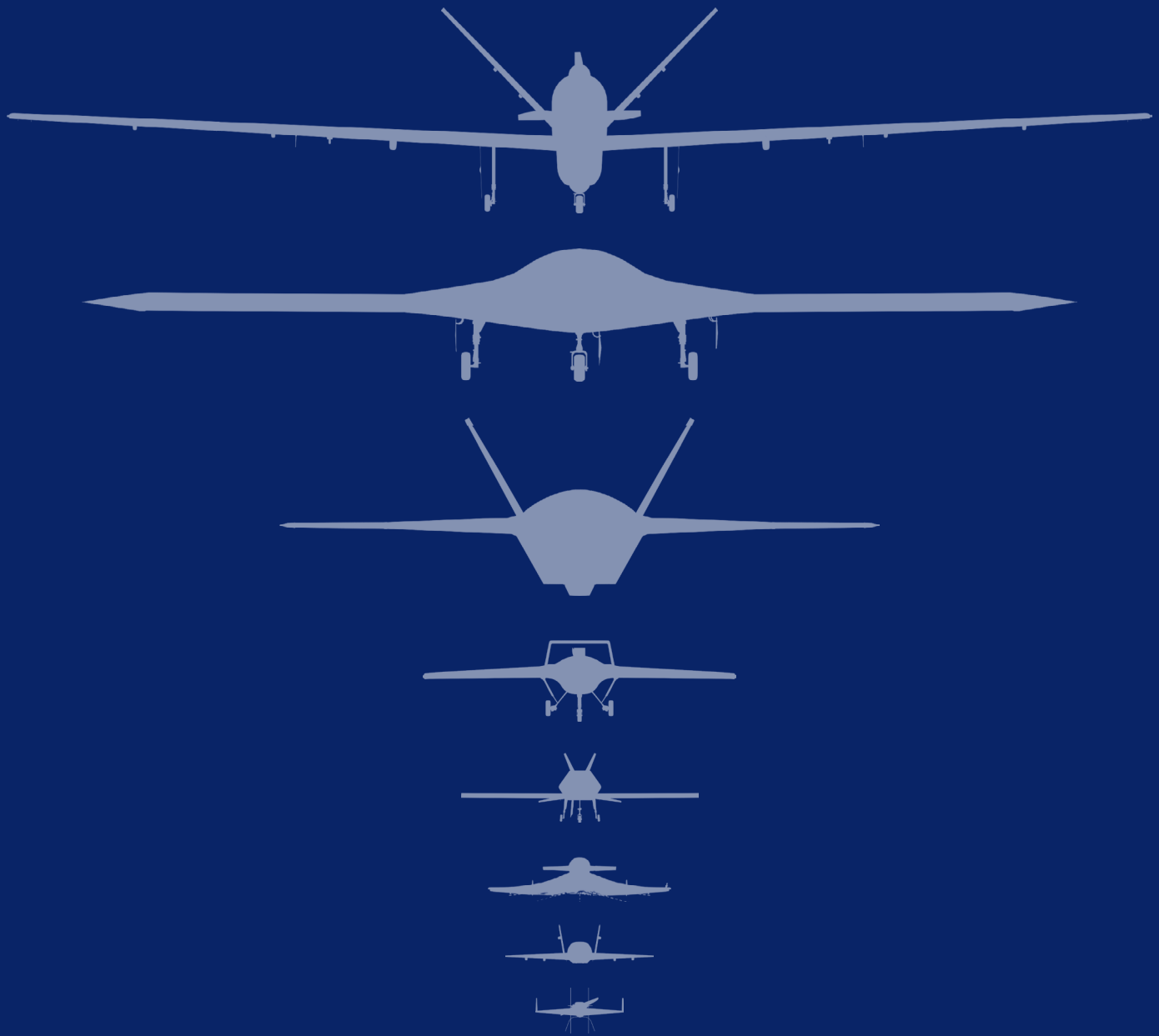


LIG Accuver는
사람과 기술,
세상과 가능성을 잇는 혁신으로
더 나은 내일을 만들어갑니다.

LIG Accuver

KOREAN AIR

차세대 무인항공기 체계, 대한항공이 이루어내다



ISSN 2092-920X

www.ipnt.or.kr

2026 IPNT Conference

2026년 항법시스템학회 정기학술대회

2026. 11. 3.(화)~7.(토)

롯데호텔 제주(중문)

주제 / 시간을 잇고 공간을 넓히다: K-PNT 생태계의 내일

주최 / (사)항법시스템학회

Web Proceedings, Tutorial Book

Web Proceedings
http://ipnt.or.kr/2026IPNT

주최 사단법인 항법시스템학회 THE INSTITUTE OF POSITIONING NAVIGATION, AND TIMING

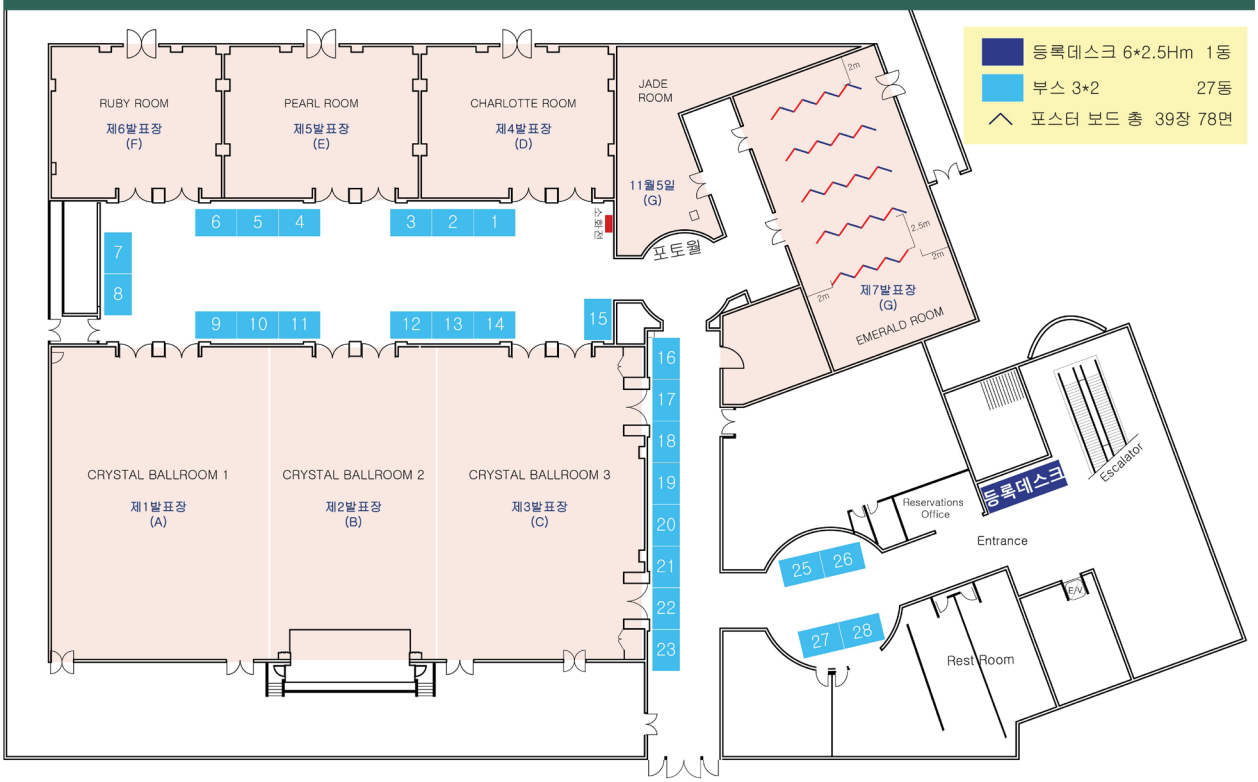
후원 KARI 한국항공우주연구원 Korea Aerospace Research Institute, Hanwha Aerospace, LIG Defense&Aerospace, MICROINFINITY, kt sat, SUNGWHA Tech International Network System, ThalesAlenia Space, GTS solutions, ETOBB Electronic Top Beyond Boundary

Copyright 2026. IPNT All rights reserved

부스안내

2026년 항법시스템학회 정기학술대회 (2026 IPNT Conference)

개최기간 : 2026.11.03.(화)~07.(토)
전시기간 : 2026.11.04.(수)~06.(금)
장　　소 : 롯데호텔 제주(중문)



부스번호	상호명	부스번호	상호명
1-2	항공교통본부 항공위성항법센터 · 한국항공우주연구원	15	단암시스템즈㈜
3	㈜피피솔	16-17	㈜문화방송
4	가치공간정보㈜	18	㈜씨너렉스
5	㈜파이버프로	19	로데슈바르즈코리아㈜
6	㈜지엔에스에스솔루션	20	키사이트테크놀로지스코리아
7	㈜마이크로인피니티	21	와이즈시스템㈜
8	성화테크㈜	22	덕산넵코어스㈜
9	인성인터내쇼날㈜	23	한국전자통신연구원
10	㈜울트로닉스	25	선박해양플랜트연구소
11	㈜이투비비	26	㈜아센코리아
12	지티에스솔루션즈㈜	27	㈜누비콤
13-14	한화에어로스페이스㈜	28	유블럭스

업체 및 전시품 소개서

회 사 명	항공교통본부 항공위성항법센터 / 한국항공우주연구원
대 표 자	이상철
주 소	(34133) 대전 유성구 과학로 169-84
전 화	042-870-3504
팩 스	042-870-3595
홈페이지	www.kass.re.kr
E-mail	smoh@kari.re.kr

Booth No. 1/2

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

항공위성항법센터(Korea Air Navigation Satellite Center)는 우리나라 최초로 인공위성을 활용하여 정밀위치정보를 제공하는 항공위성서비스(KASS)를 전담하기 위해 '21년 신설된 기관으로 위성항법분야 국제 경쟁력 강화, 정밀위치정보를 활용한 항공기 운항을 통한 항공안전 증대 및 위치기반 서비스 정확도 향상 등을 목표로 임무를 수행하고 있습니다.

[전시품 소개]

■ **항공위성서비스(KASS) 소개**

- 인공위성을 활용하여 정밀하고 신뢰성 높은 위치정보를 위성항법보정시스템 (SBAS)
- 세계 5번째로 운영을 개시한 한국형 SBAS, 항공위성서비스 KASS의 동작원리, 기대효과 관련 영상
- 항공 분야 뿐만 아니라 다양한 위치정보서비스 산업에서 활용될 수 있는 KASS를 배너 · 책자 · 리플릿 등을 활용하여 소개

업체 및 전시품 소개서

PPSOL

Booth No. 03

회 사 명	㈜피피솔
대 표 자	박관동
주 소	(08504) 서울 금천구 서부샛길 606, B-2311
전 화	02-6925-1516
팩 스	-
홈페이지	www.ppsol.com
E-mail	ppsol@ppsol.com

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

"Precise Positioning Solution"

㈜피피솔은 정밀한 위치가 필요한 모든 곳에 GNSS 기술을 연결하는 기업입니다. 축적된 위성항법 기술을 바탕으로 소형 · 고정밀 수신기와 측위 솔루션을 개발하고 있으며, 드론 · 공공 인프라 · 스마트시티 등 새로운 활용 분야로 사업 영역을 확대하고 있습니다.

[제품 소개]



▶ **RTAP3M: 초고정밀·기준국용 디자인**
- 초고정밀 위치정보를 출력하는 삼중주파수 수신기
- 1cm 이내 초고정밀 위치정보 출력

▶ **RTAP3MS: 초고정밀·소형 이동체 탑재**
- RTAP3M의 간소화된 옵션으로 구성된 초고정밀 수신기
- 드론 및 차량 등 이동체 탑재 용이

▶ **A1: 베이스와 로버, 올인원**
- 수신기 + 안테나로 디자인된 다목적 삼중주파수 장비
- 1cm 이내 초고정밀 위치정보 출력

▶ **RTK2UF: 스마트폰 및 태블릿 탈부착**
- 이동체 탑재용 초소형 이중주파수 수신기
- 드론에 최적화된 디자인

업체 및 전시품 소개서

가치공간정보
Valuable Spatial Information

Booth No. 04

회 사 명	가치공간정보 주식회사
대 표 자	서동용
주 소	(16426) 경기도 수원시 권선구 수성로 8 103호
전 화	031-292-2220
팩 스	050-8927-5952
홈페이지	www.valuespace.info
E-mail	dyseo@valuespace.info

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]
가치공간정보는 고정밀 GNSS 측위기술을 기반으로 GNSS 상시관측 인프라 솔루션, 항법 솔루션, 타이밍 솔루션, 드론 및 3D 스캐닝 솔루션과 서비스를 제공하고 있습니다.

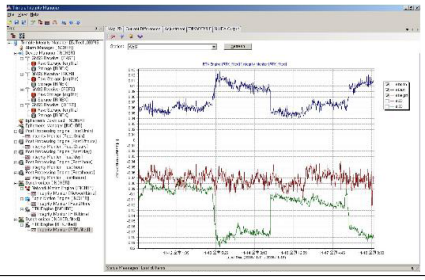
- 국토지리정보원 GNSS 데이터 통합센터 유지관리 용역
- 서울특별시 GNSS 네트워크 RTK 시스템 유지관리 용역
- 국립해양측위정보원
  - GNSS 수신기 및 안테나 납품 / 기술지원
  - DGNSS 통합 모니터링 시스템, DGNSS 통계 및 좌표관리 시스템

[제품 소개]
- **GNSS 상시관측소 및 항법용 솔루션**
  - 상시관측용 고정밀 GNSS 수신기 및 측지용 안테나 (Trimble Alloy)
  - 항법용 GNSS/INS : Trimble MPS566, Applanix POS LVX
  - 변위모니터링 솔루션 : Trimble 4D Control
  - 측위보정 서비스 (육상/해상/원양) : Trimble CenterPoint RTX



Trimble Alloy GNSS Receiver


Applanix POS LVX


변위모니터링 솔루션
(GNSS 및 광파측량기)


3D 포터블 스캐너

업체 및 전시품 소개서

FIBERPRO

Booth No. 05

회 사 명	㈜파이버프로
대 표 자	고연완
주 소	(34113) 대전광역시 유성구 가정북로 26-55
전 화	042-360-0030
팩 스	042-360-0050
홈페이지	www.fiberpro.com
E-mail	sales@fiberpro.com

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

파이버프로는 광섬유 자이로스코프, IMU, INS, 항재밍 GNSS 등 정밀 센서 기반의 PNT(Positioning, Navigation, Timing) 솔루션을 제공하는 전문기업입니다. 항공우주, 국방, 산업 분야에 고정밀 · 고신뢰성 제품을 공급하며, 글로벌 기술 리더십을 강화하고 있습니다. 자체 기술 기반의 국산화 제품을 통해 경쟁력을 확보하고 있으며, 통합 항법 기술 개발에도 박차를 가하고 있습니다.

[전시품 소개]]



FG 150 FI 180P FI 200C FN 180-C FN 205G NF2000 Series NF4000 Series

파이버프로는 광섬유 자이로스코프, 관성측정장치(IMU), 항법장치(INS), 항재밍 GNSS 등 정밀 센서 기반의 PNT 솔루션을 제공합니다. 다양한 운용환경에서 요구되는 고정밀 항법 성능과 신호 교란 대응 기술을 통해 항공우주 및 방산 분야에 최적화된 제품을 제공합니다.

업체 및 전시품 소개서

LabSat

Booth No. 06

회 사 명	GNSS SOLUTION CO., LTD
대 표 자	김홍만
주 소	(08389) 서울시 구로구 디지털로 26길 43, 엘동 1306호
전 화	02-6737-7617
팩 스	
홈페이지	www.gnss-solution.co.kr
E-mail	steven@gnss-solution.co.kr
회사 및 전시품 소개	



업체 및 전시품 소개서

MICROINFINITY

Booth No. 07

정학영	㈜마이크로인피니티
대 표 자	정학영
주 소	본사) (16229) 경기도 수원시 영통구 광교로 109(이의동, KANC 8층) 대전) (34012) 대전광역시 유성구 테크노3로 22(관평동)
전 화	031-546-7408
팩 스	031-546-7409
홈페이지	www.minfinity.com
E-mail	sales@minfinity.com

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

㈜마이크로인피니티는 2001년에 설립된 위치, 항법, 시각 및 통신 솔루션을 제공하는 PNT-C 전문기업이다. 관성항법 분야에서는 반도체 MEMS 초정밀 자이로와 가속도계를 개발하여 국내 최초로 MEMS IMU를 요격 미사일에 공급하고 있다. 위성항법 분야에서는 모든 위성항법신호에 대응 가능한 수신기와 적의 전파방해와 기만유도에 대응하기 위한 세계적 기술의 항재밍 · 항기만를 개발하였으며 통신분야에서는 소형 텔리메트리와 고속 영상정보 전송이 가능한 데이터링크를 개발하였다.

현재 소형 IMU를 양산해 국내 무기체계에 사용된 외산 제품을 대체하고 있으며, 개발 중인 고성능 항법급 가속도계 및 IMU 개발이 완료되면 E/L문제로 어려움에 있는 국내 방산업체의 최첨단 무기체계 개발에도 기여할 것이다. 앞으로 위치 · 항법 · 시각 · 데이터링크 기술을 활용해 빅데이터, 로봇, 무인 자동차 · 항공기 등 4차산업으로 시장을 확대할 계획이다.

[전시품 소개]

MEMS 기반 관성 센서



• 현재 전력화 중인 각종 유도무기체계 적용

위성항법 · 항재밍



• Multi-GNSS 수신기
• Anti-Jamming Device Platform Solution

항법 전자 및 시스템



• 유무인기 임무장비용 항법보드 및 항법 시스템

데이터 링크



• Weapon Control Data Link Solution

SW 및 전자전



• KFX 성능운용 및 데이터 분석

전원장치



• 무전기 무인수상정 등

업체 및 전시품 소개서

SUNGWHA Tech
International Network System

회 사 명	성화테크 주식회사
대 표 자	신동호
주 소	(34186) 대전광역시 유성구 대학로 28, 홍인오피스텔 701호
전 화	042-828-7857
팩 스	042-828-7858
홈페이지	http://www.sungwhatech.com
E-mail	info@sungwhatech.com

Booth No. 08

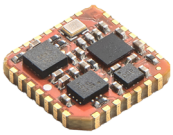
회사 및 전시품 소개

[전시품 소개]

MTi 1-series - Ultra compact Miniature OEM Modules

12.1 × 12.1 × 2.55 mm, 0.6 g의 초소형 모듈, 공간 제약이 있거나 대량 생산 애플리케이션에 적합합니다.

IMU · VRU · AHRS · GNSS/INS · RTK GNSS/INS




MTi 600-series - Flexible & Complete Professional Boxed Units

IP51 표준형부터 IP68 알루미늄 Rugged 모델까지 다양한 폼팩터를 제공하여, 산업 · 실외 · 해양 환경에 폭넓게 적용할 수 있습니다.

IMU · VRU · AHRS · GNSS/INS · RTK GNSS/INS





Sirius series - Rugged MIL-STD Series

IP68 · MIL-STD 규격의 견고한 설계로 충격 · 진동 및 자기장 간섭에 강하며, 혹독한 환경에서도 높은 정확도의 모션 데이터를 제공합니다.

IMU · VRU · AHRS/MRU · GNSS/INS · RTK GNSS/INS · Dual Antenna RTK GNSS/INS




Avior series - Next-Gen OEM Module

Low SWaP-C의 OEM 관성센서 모듈로, 임베디드 시스템 및 대량 생산에 최적화된 제품입니다.

IMU · VRU · AHRS/MRU · GNSS/INS · RTK GNSS/INS · Dual-Antenna RTK GNSS/INS



업체 및 전시품 소개서

INSUNG International co., Ltd.

Booth No. 09

회 사 명	인성인터내쇼날 주식회사
대 표 자	최규주
주 소	(16976) 경기도 용인시 기흥구 기흥로58, 기흥ICT밸리 B동 308-9호
전 화	02-579-5031
팩 스	02-578-6167
홈페이지	www.insungsys.kr
E-mail	insung@insungsys.kr

회사 및 전시품 소개

[전시품 소개]

NovAtel

1. Products: GNSS, INS, OEM7, GNSS Antenna, GAJT (Anti-Jamming Aenna)

- Channels : 555
- Positioning: Single, SBAS, DGPS, TerraStar-L&C, RTK
- Solutions : SALIGN, GLIDE, RAIM, SPAN
- Interfaces : Serial, USB, CAN, Ethernet, Memory



OEM7500 / PIM222A



PwrPak7
(Single/Dual antenna)



SMART Antenna



SPAN-CPT7



GAJT-710



GAJT-410

2. Solution

- Relative INS for UAV landing on Vessel
- Relative GNSS (Align Relative Positioning)
- Precise Heading & Pitching in one receiver
- High Vibration Application for tough environment
- Technology for Anti-jamming and Anti-spoofing
- PPP (Precise Point Positioning) Correction Service
- Post-Processing Software
- GAJT(Anti-Jamming) + RTK
- High Accuracy IMU
- SPAN solution (GNSS and INS combination)

업체 및 전시품 소개서

ULTRONICS

회 사 명	㈜울트로닉스
대 표 자	이의빈
주 소	(07631) 서울시 강서구 공항대로 200, 마곡지웰타워 1003호
전 화	02-6673-3272
팩 스	02-6673-3273
홈페이지	www.ultronics.co.kr
E-mail	sales@ultronics.co.kr

Booth No. 10

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

㈜울트로닉스는 무인 이동체, 로봇, 방위 무기체계 및 자율주행차 등에 사용되는 관성센서를 국가 연구기관, 대기업, 방산업체 등에 공급하고 최고의 기술 지원 및 후속 서비스를 제공합니다. 앞으로도 최상의 품질을 갖춘 다양한 고성능 센서를 공급하여 고객 만족에 최선을 다하겠습니다.

[전시품 소개]

■ **Boreas D50/A50 - FOG INS/AHRS**

Boreas 50 시리즈는 디지털 광섬유 자이로스코프(DFOG)와 폐쇄 루프 가속도계 기술을 기반으로 한 고정밀 관성항법시스템(INS)입니다.
듀얼 안테나 RTK GNSS 수신기와 AI 기반 센서 융합 알고리즘을 결합하여 정확하고 신뢰성 높은 위치 · 항법 · 시각(PNT) 정보를 제공합니다. 또한 초고속 자이로컴퍼싱(Gyrocompassing) 기능을 통해 GNSS 신호에 의존하지 않고도 진북(True North)을 신속하게 획득할 수 있으며, GNSS 수신이 제한되거나 교란되는 환경에서도 우수한 헤딩 유지 성능과 추측항법(Dead Reckoning) 성능을 제공합니다.

■ **Certus Mini Series - MEMS INS/AHRS**

Certus Mini 시리즈는 온도 보정이 적용된 가속도계, 자이로스코프, 기압 센서 및 자기 센서를 듀얼 안테나 GNSS 수신기와 결합한 소형 AHRS/INS 솔루션입니다. AI 기반 센서 융합 알고리즘을 통해 정확하고 신뢰성 높은 위치, 자세 및 항법 정보를 제공하며, 저 SWaP-C(Size, Weight, Power and Cost) 설계를 통해 다양한 플랫폼에 쉽게 적용할 수 있습니다. 견고한 Rugged 버전과 시스템 통합에 최적화된 OEM 버전으로 제공됩니다. 특히 OEM 버전은 높은 설계 유연성과 시스템 통합성을 제공하면서 크기, 무게, 전력 소모 및 비용을 더욱 절감할 수 있습니다.



[Boreas D50 Series]



[Certus Mini Series]

업체 및 전시품 소개서

ETOBB Electronic Top Beyond Boundary (주)이투비비 SAFRAN

Booth No. 11

회 사 명	주식회사 이투비비
대 표 자	이정호
주 소	(08506) 서울시 금천구 가산디지털1로 131, B503호
전 화	02-6677-3409
팩 스	02-6499-3409
홈페이지	www.etobb.co.kr
E-mail	sales@etobb.co.kr

회사 및 전시품 소개

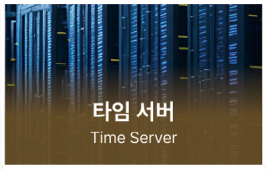
[회사 소개]

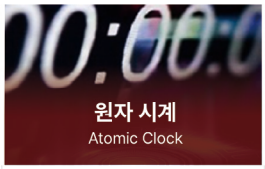
㈜이투비비는 글로벌 위성항법시스템(GNSS) 기반의 최첨단 솔루션을 개발 · 제공하는 선도 기업으로 GNSS 시뮬레이터(GNSS Simulator), 타임서버(Time Server), 원자시계(Atomic Clock), 데이터 링크 시스템(Data Link), 광통신 모듈(Fiver Option Communication) 등 정밀 시각 · 위치 기술을 아우르는 다양한 제품과 서비스를 공급하고 있습니다.

특히, 국내 유일의 Safran 공식 대리점으로서 세계적으로 검증된 기술력과 노하우를 바탕으로, 항공 · 국방 · 우주 · 통신 · 산업 전반에 걸쳐 고객 맞춤형 솔루션을 제공하고 있습니다.

[전시품 소개]










GSG-8 Gen2


GSG-7


GSG-Anechoic


GSG-Wavefront


SPG-S


SECURESYNC 2400


VERSASYNC


White Rabbit LEN


White Rabbit Z16


White Rabbit ZEN TP-32BNC


CDM PCIe Timing Cards


mRo-50
Atomic Clock


LPFRS
Rubidium Oscillator


SRO-5680
Rubidium Oscillator


GRClok-1500
Rubidium Clock


RBSource-1600


GNSSource-2500


SPG-FTR GNSS Transmitter


SPG-FTX GNSS transceiver

SAFRAN
한국 공식 대리점

업체 및 전시품 소개서

GTS solutions MICROCHIP

Booth No. 12

회 사 명	**지티에스솔루션즈**㈜
대 표 자	김 민 수
주 소	(08517) 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호(가산동, 가산테라타워)
전 화	02-6230-6100
팩 스	02-6230-6103
홈페이지	http://www.gtssolutions.co.kr
E-mail	info@gtssolutions.co.kr

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

저희 지티에스솔루션즈(주)는 미국 Microchip사의 국내 솔루션 공급자로서 시간 및 주파수 분야의 오랜 경험 및 축적된 실무 노하우와 고객 신뢰를 바탕으로 초 정밀 Timing 시스템 및 Oscillator 솔루션을 제공하고 있는 전문 업체로서 최고의 제품과 서비스 제공을 약속드리며, 항상 최선을 다하는 기업이 되겠습니다.

[전시품 소개]

Frequency References

- Cesium clocks
- Active Hydrogen Masers
- Rubidium
- Quantum™ chip scale and miniaturized atomic clocks
- Quartz: spectral purity
- Ruggedized High reliability






Time & Frequency Distribution and Timescale Systems

- 1U & 4U Distribution Systems
- Commercial TimeScale Systems
- Integration services and custom systems





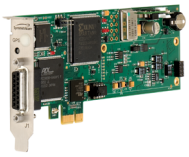
53100A Phase Noise Analyzer

- Measure up to 3 devices simultaneously
- Close-to-carrier Phase noise and AM noise at offsets from 0.001 Hz
- Single or dual reference oscillator inputs allow cross-correlation measurements with noise floor approaching -175dBc/Hz



High Performance NTP Servers and Bus Level Timing

- NTP Network Appliances
- Modular NTP Solutions
- PCI, PCIe, SDKs




업체 및 전시품 소개서

Hanwha Aerospace

Booth No. 13/14

회 사 명	한화에어로스페이스㈜
대 표 자	이부환, 김동관
주 소	(51542) 경상남도 창원시 성산구 창원대로 1204(성주동)
전 화	02-729-2156
팩 스	
홈페이지	www.hanwhaaerospace.com
E-mail	hyung393292@hanwha.com

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

한화그룹은 1952년 국가와 사회에 기여한다는 창업 정신으로 설립되어 지난 70여 년간 국가 발전에 일익을 담당하여 성장해왔습니다.
이를 바탕으로 한화에어로스페이스는 국내뿐만 아니라 세계를 무대로 지상, 해양, 항공, 나아가 우주까지 전방위 산업의 중추적인 역할을 하고 있으며 지속 가능한 성장을 실현하고 있습니다.

특히 정밀유도 무기의 체계설계부터 종합시험평가까지 전 과정의 핵심 역량을 보유하고 있으며, 지상 플랫폼 관련 독자적인 개발 역량과 오랜 기간 축적한 기술력을 바탕으로 지상전에서 공중전까지 모든 전장 환경에 대응하는 무기체계 라인업을 구축했습니다. 유도무기 또는 지상무기체계 등 다양한 플랫폼에 탑재 가능한 항법장치를 비롯하여 40년 이상 고폭화약과 추진체를 생산해 온 경험을 토대로 자주국방에 공헌하는 방위산업 기술을 선도하고 있습니다.

당사는 30년 이상의 전략급부터 전술급까지 관성항법장치 연구개발/제조 노하우를 보유한 업체로 2026년 IPNT Conference의 전시품으로 관성항법장치 및 관성측정기, 항재밍장치 등 제품을 전시하고자 합니다.

[전시품 소개]

1, 관성항법장치 및 관성측정기



HAIM1500
(국산화 관성측정기)
- 전술급 유도무기 등



SAPE-G100
(민수용 소형 관성측정기)
– 무인시스템 등



OMEGA7
(다목적 고정밀 관성항법장치)
- 105mm, 120mm 등

2. 항재밍장치



LAGNAS-Ultra
(항재밍장치)
- K2, K21 등



LAGNAS-D
(소형 항재밍장치)
- 항공, 드론 등

업체 및 전시품 소개서

단암시스템즈 DANAM SYSTEMS

Booth No. 15

회 사 명	단암시스템즈 주식회사
대 표 자	이성엽, 이성혁
주 소	(13930) 경기도 안양시 동안구 동편로 79-26(관양동)
전 화	031-538-6000
팩 스	031-425-4308
홈페이지	www.danam.co.kr
E-mail	danam@danam.co.kr

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

단암시스템즈는 1985년 설립 이래 방위산업 통신 분야에 매진하여 왔으며, 지대공 유도탄용 원격측정장치(TLM) 국산화를 시작으로 2000년대에는 항공우주산업 및 항법사업 분야에 진출 하였습니다. 디지털시대 리더로 성장하기 위해 방위산업 통신 분야의 기술을 바탕으로 원격측정장치, 데이터링크장치, 항재밍장치 등 첨단 기술 개발을 통해 다양한 유도무기, 우주발사체, 유/무인항공기 등 핵심적인 전략사업의 큰 축을 담당하고 있습니다.

[전시품 소개]



4소자 항재밍장치



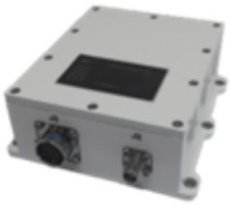
4소자 배열안테나



5소자 항재밍장치(일체형)



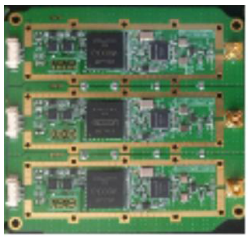
7소자 항재밍장치



위성항법장치



드론 항재밍장치



큐브위성용 위성항법모듈



RF/ 항재밍 / 항법 칩



표준형 원격측정장치
SCDAU

업체 및 전시품 소개서

MBC

Booth No. 16/17

회 사 명	㈜문화방송
대 표 자	안형준
주 소	(03925) 서울시 마포구 성암로 267
전 화	02-789-1659
팩 스	02-789-3905
홈페이지	rtk.mbc.co.kr
E-mail	mbcrtk@mbc.co.kr
회사 및 전시품 소개	[회사 소개] ㈜문화방송은 국토교통부와 한국지능형교통체계협회(ITS Korea)가 지원하는 「디지털도로 AI 신기술 지원사업」의 주관기관으로, ㈜아이나비시스템즈 · ㈜포맥스네트워크와 컨소시엄을 구성하여 차로 단위 도로교통정보 플랫폼 LaneAI(Lane-Level Intelligence Platform) 를 개발하고 있습니다(2026.07~2027.12). LaneAI는 AI정밀도로센서 · AI블랙박스 · CCTV 3종 수집원의 영상을 AI로 분석하고, 여기에 MBC RTK의 cm급 정밀 측위를 결합하여 지금까지 '도로 단위'로만 제공되던 교통정보를 '차로 단위'로 정밀화하는 플랫폼입니다. 차로별 속도, 차로별 노면 위험요소(포트홀 · 균열 · 낙하물), 차선별 혼잡도 기반 경로 안내를 전국 방송망과 IP 이중 채널로 송출합니다. 기반이 되는 MBC RTK는 세계 최초의 방송 · 통신 융합형 정밀 측위 서비스로, 전국 GNSS 기준국 인프라와 방송망을 통해 통신료 부담 없이 cm급 위치정보를 제공하며 국내는 물론 미국 최대 지상파 방송사와 협력해 상용 서비스를 운영 중입니다. LaneAI는 이 측위 인프라 위에 AI 영상분석을 결합한 차세대 도로 인프라 서비스입니다. [전시품 소개] LaneAI 플랫폼의 3종 데이터 수집 체계를 실물과 영상으로 소개합니다. ① AI정밀도로센서 — 버스 · 상용차에 장착되는 온보드 센서로, MBC RTK 모듈(방송수신칩 · RTK · IMU), AI 엣지보드(Jetson Orin Nano), 듀얼 카메라, 전원부로 구성됩니다. 주행 중 촬영한 영상에서 차선을 판별하고 차량을 추적하여 차로별 속도를 산출하며, RTK 측위와 결합해 노면 위험요소의 위치를 수평오차 ±50cm 수준으로 특정합니다. 시제품 개발 단계로, 주요 부품 구성도와 3D 모델링을 함께 전시합니다. ② AI 블랙박스 — 택시에 장착되어 지오펜스 기반 Active/Passive 이중 캡처로 도로 영상을 수집하는 장치입니다. 실물과 실제 수집 영상을 함께 전시합니다. ③ CCTV 기반 차로별 속도 수집 — 전국 공공 CCTV 영상을 AI로 분석해 차로별 통과 속도를 실시간 판별하는 화면을 시연합니다. [기술적 특징] GNSS(RTK) 측위와 비전 AI를 융합한 차로 판별 및 차로별 속도 산출 3종 수집원 교차검증을 통한 차로별 속도 정확도 90% 이상 목표 노면 위험요소 위치정확도 ±50cm, 탐지율 85% 이상 목표 전국 방송망(TPEG Lane-Level Extension) + IP 이중 채널 송출

업체 및 전시품 소개서

SYNEREX High-Precision Positioning

Booth No. 18

회 사 명	주식회사 씨너렉스
대 표 자	박재덕
주 소	(34047) 대전광역시 유성구 유성대로 1689번길 70, 5층 510호 (전민동, KT대덕2연구센타)
전 화	02-2088-1182
팩 스	070-7580-3638
홈페이지	https://www.synerex.kr
E-mail	jdpark@synerex.kr

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

㈜씨너렉스는 2016년 설립된 정밀 위성항법 전문기업으로, 센티미터급 초정밀 GNSS RTK 기술을 보유하고 있습니다. 드론, 자율주행, 로봇, 정밀농업 등 다양한 분야에 고정밀 위치 측위 솔루션을 공급하고 있으며, 특히 다중센서 융합 항법과 GPS 음영지역 대응 기술을 자체 개발하여 글로벌 수준의 경쟁력을 확보했습니다. 씨너렉스는 미래 자율 모빌리티 산업을 선도하는 기술 기업으로 성장하고 있습니다.

[전시품 소개]

1. 전시 품목명
   - SIR-3500 (자율주행용 고정밀 GNSS/INS 장치)

2. 전시품 개요
   - 자율주행 기기 및 차량을 위한 고정밀 GNSS/INS 통합 측위 장비로, 위성 신호가 차단되는 음영지역에서도 끊김 없이 정밀한 추측 항법 데이터를 제공

3. 핵심 특징 및 강점
   - 올인원 통합 설계: 듀얼 GNSS, IMU, 통신 모듈을 하나로 합쳐 공간 효율성 극대화 및 추측 항법 연산 수행
   - 고성능 정밀 측위 및 실시간 Heading 지원: 멀티 GNSS 지원과 듀얼 안테나 구조를 통해 정밀 위치 측위는 물론 실시간 방향각(Heading) 데이터를 제공
   - 국내외 Network RTK 보정 연동: MBC RTK, Swift Navigation, Softbank 등 국내외 주요 Network RTK 서비스를 활용해 초정밀 측위를 실현
   - 실시간 원격 관제: TCP/UDP Client 탑재로 위치 · 상태 데이터를 서버로 직접 전송

4. 주요 기술 사양 (Specifications)
   - GNSS 채널 수: 1408 채널
   - 지원 위성 신호: GPS, BDS, GLONASS, Galileo, QZSS, SBAS, NavIC 멀티 주파수 동시 추적
   - 측위 정밀도 (RTK): 수평 ±(0.8 cm + 1 ppm) / 수직 ±(1.5 cm + 1 ppm)
   - Heading 정확도: 0.1˚ (1m baseline 기준)



업체 및 전시품 소개서

ROHDE&SCHWARZ

Booth No. 19

회 사 명	로데슈바르즈코리아 주식회사
대 표 자	김태훈
주 소	(06108) 서울특별시 강남구 언주로 609, 5층 (논현동, 팍스타워)
전 화	02-3485-1900
팩 스	02-547-4300
홈페이지	www.rohde-schwarz.com/kr
E-mail	sales.korea@rohde-schwarz.com
회사 및 전시품 소개	[회사 소개] 로데슈바르즈는 테스트 및 계측, 항공 우주 및 방위 산업, 방송 및 미디어 분야에서 높은 신뢰성의 최첨단 솔루션을 제공하는 기업입니다. 1933년 설립된 독일 뮌헨 본사를 중심으로 전 세계 70개국 이상에서 13,000여 명의 직원들로 구성된 광범위한 영업 및 서비스 네트워크를 제공하며, 지속적인 투자와 연구를 통해 AI(인공 지능), 5G, 6G, Quantum Technology(양자 기술), IIoT(산업용 사물 인터넷)과 같은 미래 기술을 선도합니다. 로데슈바르즈코리아는 고객의 아이디어를 현실로 만든다는 독일 로데슈바르즈의 기업 철학으로 한국의 기업, 대학 및 연구 기관과 함께 하고 있습니다. 2000년 7월, 독일 Rohde & Schwarz GmbH 의 한국 지사로 설립된 로데슈바르즈코리아는 독일 본사에서 개발 및 생산하는 테스트 및 계측(T&M: Test & Measurement) 솔루션을 공급하고, 다양한 첨단 기술 요구사항에 고객과 함께 대응합니다. Radar, 항공 전자 공학, 내비게이션, 위성 통신 테스트 및 계측 솔루션을 공급하여, 고객의 아이디어를 현실로 만드는 가장 뛰어난 파트너로 활동하고 있습니다. [전시품 소개] • **GNSS 신호 시뮬레이터** - SMW200A 벡터 신호 발생기 - SMCV100B 벡터 신호 발생기 - SMBV100B 벡터 신호 발생기 Rohde & Schwarz의 벡터 신호 발생기 솔루션(SMW200A, SMCV100B, SMBV100B)은 GPS, Glonass, Galileo, BeiDou 등 다양한 GNSS 신호 소스로 사용이 가능하며, 첨단 시뮬레이션 기능으로 통제된 조건에서 현실적이며, 반복 가능한 GNSS 시나리오의 구성과 실행을 지원합니다. 여기에는 현실적인 사용자 환경 모델링뿐 아니라, 현실적인 GNSS 궤도 모델링, 신호 전파 영향 및 시스템 오차까지 포함이 가능합니다.

업체 및 전시품 소개서

KEYSIGHT

회 사 명	키사이트테크놀로지스코리아
대 표 자	이선우
주 소	(07327) 서울시 영등포구 여의나루로 57, 신송센터빌딩 20층
전 화	080-769-0800
팩 스	080-769-0900
홈페이지	www.keysight.com
E-mail	marketing.korea@keysight.com

Booth No. 20

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

키사이트테크놀로지스(Keysight Technologies)는 통신, 항공우주•방위, 반도체, 자동차 및 전자 산업을 위한 설계•에뮬레이션•테스트 솔루션을 제공하는 글로벌 기술 기업입니다.
고주파•밀리미터파 신호 생성과 분석부터 무선 네트워크 및 채널 환경 에뮬레이션까지 폭넓은 솔루션 포트폴리오를 보유하고 있으며, 위성통신 분야에서는 위성, 지상국, 단말기 및 전파 채널을 실제 환경과 유사하게 구현하여 제품과 시스템의 성능을 검증할 수 있도록 지원합니다. 또한 하드웨어, 소프트웨어 및 애플리케이션 전문성을 통합하여 연구개발부터 제조, 설치 및 유지보수까지 전 개발 주기를 지원합니다.
키사이트는 고객이 복잡한 위성통신 시스템을 보다 빠르고 정확하게 개발하고 상용화할 수 있도록 돕고 있습니다.

[전시품 소개]

- MXG N5186A 신호 발생기, PXA N9032B 신호 분석기, MXR608B 오실로스코프 및 89600 VSA 소프트웨어를 활용한 위성 신호 테스트 데모를 선보입니다.
- DVB-S/S2/S2X 등 광대역 위성 신호의 생성, 변조 품질 측정, 스펙트럼 분석 및 다채널 신호 특성화 과정을 확인할 수 있습니다.
- PROPSIM 채널 에뮬레이터를 통해 위성과 지상국 사이의 지연, 도플러, 페이딩 등 실제 전파 채널 환경을 모사합니다.
- UXM 5G 무선 테스트 플랫폼을 활용하여 지상 네트워크 및 단말 환경을 구현하는 End-to-End 위성통신 테스트 구성을 소개합니다.
- FieldFox N9912C 휴대형 분석기를 전시하여 현장 설치, 간섭 분석, 유지보수 및 RF 측정 솔루션을 함께 제공합니다.



〈 F8800B Propsim Channel Emulator 〉



〈N9032B PXA Signal Analyzer 〉



〈N5186A MXG Signal Generator 〉



〈MXR608B Oscilloscope〉

업체 및 전시품 소개서

와이즈시스템(주)
WISE SYSTEM Co., Ltd

Booth No. 21

회 사 명	와이즈시스템㈜
대 표 자	윤희홍
주 소	(05855) 서울시 송파구 송파대로 167 테라타워 B동 1114호
전 화	070-7010-0440
팩 스	070-4325-2161
홈페이지	http://wisesystem.co.kr
E-mail	sales@wisesystem.co.kr

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

저희 와이즈시스템은 GNSS 연구 및 개발에 적합한 최고의 솔루션을 제공하고 있습니다. GNSS 시뮬레이터 분야에서 독보적인 기술력을 갖고 있는 Keysight (구.Spirent)에서는 High End GNSS Simulattion 시스템을 바탕으로, None-ICD GNSS신호개발에 사용되는 Flexible Simulator를 공급하고 있어, KPS 위성시스템이나, LEO 시스템 개발에 활용될 수 있습니다.

GNSS수신기와 INS항법장치로는, 세계 최고의 정밀도와 직관적인 GUI를 갖고 있는 Septentrio와, SBG Systems 제품을 취급하고 있습니다.

높은 품질과 다양한 라인을 보유한 GNSS 안테나 전문업체인 Antcom, Matterwaves, Calian, 증폭기와 분배기 같은 GNSS 악세서리를 전문적으로 생산하는 GPS Source사의 제품등 다양한 라인업으로 여러분들의 든든한 동반자가 될 것입니다.

[제품 소개]



업체 및 전시품 소개서

DS Navcours
덕산넵코어스(주)

Booth No. 22

회 사 명	덕산넵코어스㈜
대 표 자	황태호
주 소	대전광역시 유성구 테크노2로 66-6(관평동)
전 화	042-363-9000
팩 스	042-363-9001
홈페이지	www.navcours.com
E-mail	dsnc@oneduksan.com

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

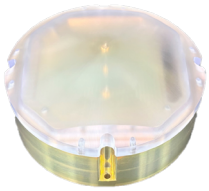
덕산넵코어스는 국방 분야의 PNT 항법 전문 개발 및 지상, 항공, 유도, 우주 분야의 특수목적용 항법□항재밍 토탈 솔루션 전문업체로 기술력을 인정받고 있습니다. 천무 유도탄의 위성항법장치, K1계열 전차의 통합항법장치, MUAV의 데이터링크, 대지체계의 항재밍수신기를 양산진행중에 있으며, 각종 정밀유도탄의 위성항법장치 및 탐색기 RF 신호처리기 구성품을 개발하고 있습니다.

30여년의 항법개발 업력과 20여년의 방위사업 무기 체계 적용 실적으로 국방분야에서 기술력과 성능을 인정받는 방위산업체이며, 2022 방산혁신클러스터에 가입 및 2024년에는 방산혁신 100에 선정된 강소 기업입니다.

[전시품 소개]

1. EGIS-N100, N3000
- GNSS 음영지역 (터널, 빌딩숲 등)에서도 연속적이고 신뢰할 수 있는 3D 항법 솔루션 제공
- 관성센서, GNSS, VMS 기반의 Extended Kalman Fliter 기술 적용

2. JRAS-II 일체형 항재밍 장치
- 배열안테나 기반 일체형 항재밍장치
- RF변환 외 GNSS 수신기 내장, 빔 포밍 지원
- 협대역/광대역 재밍 대응 기능 지원



JARAS



N100



M3000

업체 및 전시품 소개서

ETRI 한국전자통신연구원 Electronics and Telecommunications Research Institute

회 사 명	한국전자통신연구원
대 표 자	박세웅
주 소	(34129) 대전광역시 유성구 가정로 218
전 화	042-860-5114
팩 스	042-860-6949
홈페이지	www.ipnt.or.kr
E-mail	ipnt@ipnt.or.kr

Booth No. 23

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

설립일자 : 1976.12.30.

설립목적 : 한국전자통신연구원은 국가의 신가치 창출, 산업경쟁력 강화, 신시장 개척 등의 국가의 국력신장에 이바지하기 위하여 설립되었으며, 이를 위하여, 정보통신을 포함한 광범위한 디지털 혁신기술을 연구개발한다.

비전 및 목표 :



[전시품 소개]



〈위성항법성능분석 시뮬레이터〉

업체 및 전시품 소개서

선박해양플랜트연구소
KOREA RESEARCH INSTITUTE OF SHIPS & OCEAN ENGINEERING

Booth No. 25

회 사 명	한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소
대 표 자	정종진
주 소	(34103) 대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 32
전 화	042-866-3114
팩 스	042-866-3105
홈페이지	https://www.kriso.re.kr
E-mail	kriso@kriso.re.kr

회사 및 전시품 소개

[연구소 소개]

1973년 한국과학기술연구소 부설 선박연구소로 시작한 KRISO는 선박해양플랜트 분야에서 끊임없는 연구개발을 통해 우리나라 조선해양산업의 발전에 기여해왔습니다. 2014년 한국해양과학기술원 부설기관으로 재도약한 KRISO는 바다의 무한한 가치를 발견하고, 4차 산업혁명에 대비하여 다양한 응용기술 및 새로운 원천기술 확보를 통해 보다 나은 해양공학기술 연구개발에 노력하고 있습니다. 대한민국을 넘어 미래 해양산업을 이끄는 세계적인 연구소로 KRISO는 더욱 힘차게 나아갈 것입니다.

[주요 연구 분야]

선박 운항성능 고도화 및 친환경 미래 선박 핵심기술 개발
- 선박 운항성능 고도화 기술 개발
- 저소음/전기추진 선박 핵심기술 개발
- 자율운항 선박 핵심기술 개발

미래 해양플랜트 핵심기술 개발
- 해양플랜트 유체-구조 융복합 성능평가기술 개발
- 해양플랜트 신산업 서비스 · 기자재 기술 개발
- 해양에너지 · 자원 실용화 선도 기술 개발

첨단 해양장비 및 ICT 융복합 기술개발
- 스마트 해양장비 · 로봇 기술 개발
- 스마트 해양 통신 · 탐사장비 개발
- 가상물리체계 기반 해양장비 스마트 운용 기술 개발

해양교통 및 해양사고 대응 기술 개발
- 스마트 해상교통 기술 개발
- 해양사고 신속대응 기술 개발

업체 및 전시품 소개서

ASCEN

Booth No. 26

회 사 명	㈜아센코리아, 온그린
대 표 자	㈜아센코리아-황국연, 온그린-남동우
주 소	아센코리아-서울특별시 금천구 가산디지털1로 2, 9층 905호(가산동, 우림라이온스밸리2차) 온그린 – 서울시 금천구 가산디지털 1로 83 파트너스타워 14층
전 화	1544-3818
팩 스	02-6499-2940
홈페이지	www.ascenkorea.com
E-mail	sales@ascen.co.kr
회사 및 전시품 소개	[회사 소개] 20여 년간 쌓아온 현장 경험과 기술 노하우로, 다양한 산업 현장에서 입증된 GNSS 솔루션을 제공합니다. 글로벌 엔진사 및 전문 파트너들과의 긴밀한 협업을 통해 안정적인 개발을 하고, 고객에게 최적화된 맞춤형 설계를 지원합니다. 하드웨어 중심이 아닌, 고객의 상황과 요구를 반영한 FW/HW/SW 통합 설계 역량으로 차별화된 가치를 만들어왔습니다. 아울러, 현장에서 즉각 대응 가능한 빠른 피드백과 전문 FAE 지원으로 고객과 함께 성장하며, 보다 합리적인 가격으로도 세계적 수준의 품질을 경험할 수 있는 솔루션을 제안합니다. 우리는 단순한 기술 공급자가 아닌, 고객과 함께 고민하고 해답을 찾아가는 파트너입니다. [전시품 소개] ○ **AK100, AKN-940-LTE, AKT980R-LTE** - 1cm 미만의 좌표 정밀도를 기반으로 위치 정보를 제공하는 고정밀 GNSS 수신기입니다. LTE 내장으로 별도 라우터 설치없이 RTK구현 가능합니다. ○ **AKT500** - 저비용 하드웨어와 초정밀 소프트웨어를 결합해 안정적인 GNSS 성능을 제공하며, RTX 기반 정밀 보정 서비스와 다양한 이동체 적용성을 통해 고객 맞춤형 솔루션을 실현합니다. ○ **AKTA** - 간편한 조작과 블루투스 연동을 지원하는 휴대용 GNSS 단말기로, 이동국 · 기준국 · 정적 모드에서 안정적인 위치 정확도를 제공합니다. ○ **AK770M** - 고성능 휴대용 GNSS 수신기로, 최대 35시간 구동과 블루투스 · USB 연동을 지원하며 관심위치 저장과 이동 정보 기록 기능을 제공하는 차량 관리에 최적화된 제품입니다.

업체 및 전시품 소개서

VIAVI (주)누비콤

Booth No. 27

회 사 명	㈜누비콤
대 표 자	신동만
주 소	(07299) 서울특별시 영등포구 경인로 775, 3동 201호 (물래동 3가, 에이스하이테크시티)
전 화	070-7872-0701
팩 스	02-2167-3801
홈페이지	www.njbicom.co.kr, viavi.nubicom.co.kr
E-mail	sales@nubicom.co.kr
회사 및 전시품 소개	**[회사 소개]** 2003년에 설립된 누비콤은 전자계측기, FR/무선통신, 항공전자, 광 네트워크, 네트워크 테스트 및 자동화 솔루션을 국내 연구기관, 대학, 방위산업, 항공우주, 통신 및 제조 분야 고객에세 공급하는 테스트 · 계측 전문 기업입니다. 또한 VIAVI Solutions 공식 파트너로서 5G/6G, O-RAN, RF, 광 네트워크, 항공전자 및 테스트 자동화 분야의 솔루션을 국내 고객에게 제공하고 있습니다. 누비콤은 단순 장비 공급을 넘어 고객의 시험 환경과 적용 목적에 맞춘 솔루션 제안, 기술 상담, 교육, 유지보수 및 사후 지원을 함께 제공하며, 정밀 계측과 검증이 필요한 산업 현장에서 신뢰할 수 있는 기술 파트너가 되는 것을 목표로 하고 있습니다. **[전시품 소개]** VIAVI Resilient PNT Solution은 GPS/GNSS 신호가 재밍, 스푸핑, 간섭, 실내 · 도심 음영, 위성 신호 불안정 등으로 신뢰하기 어려운 환경에서도 위치(Positioning), 항법(Navigation), 시각(Timing) 정보를 안정적으로 확보하고 검증하기 위한 차세대 PNT 복원력 솔루션입니다. VIAVI는 Resilient PNT, Multi-Sync Gateway, PTP Grandmaster, GPS/GNSS 시뮬레이션, GNSS 수신 모듈, Transcoder, Timing & Frequency 모듈 등 PNT 전 영역에 대응할 수 있는 제품군을 보유하고 있습니다. 특히 SecurePNT™ 6200과 SecureTime 서비스는 GEO, LEO, MEO 기반 신호와 GNSS를 포함한 다중 소스를 활용해 중요 인프라의 시간 동기화와 위치 기준의 신뢰성을 높이도록 설계된 솔루션입니다.

업체 및 전시품 소개서

Booth No. 28

회 사 명	유블럭스
대 표 자	손광수
주 소	(06188) 서울특별시 강남구 영동대로 329 6층
전 화	02-542-0861
팩 스	02-542-0862
홈페이지	www.u-blox.com
E-mail	info_kr@u-blox.com

회사 및 전시품 소개

[회사 소개]

u-blox AG는 최첨단 위치 추적 및 단거리 통신 기술을 통해 혁신을 주도하며 자동차, 산업 및 소비자 시장을 선도하는 글로벌 기업입니다. 당사는 고정밀 위치 추적 분야의 선도 업체로서, 사람과 차량, 기기가 자신의 정확한 위치를 파악하고 무선으로 통신할 수 있게 해주는 스마트하고 신뢰할 수 있는 솔루션을 제공합니다. 스위스 탈빌(Thalwil)에 본사를 두고 유럽, 아시아, 미국 전역에 지사를 운영하며 전 세계적으로 영향력을 확대하고 있습니다.

[전시품 소개]

ZED-R20P

ZED-R20P 모듈은 보안 및 무인 항공기 시스템(UAS)을 위한 올밴드 APNT GNSS 수신기입니다. u-blox의 NavPRISM기술은 Galileo OSNMA와 결합해 재밍과 스푸핑에 대응하며, 전파 교란이나 복잡한 환경에서도 뛰어난 위치•항법•시각(PNT)의 신뢰성과 회복력(Resilience)을 보장합니다. 아울러 종단간 보안 아키텍처와 신뢰성 높은 단일칩 설계를 통해 최고 품질의 원시 데이터와 강력한 제품 안정성을 제공합니다.

ZED-X20P

ZED-X20P 모듈은 All band, All constellation 고정밀 GNSS 수신기입니다. RTK, PPP-RTK, PPP 알고리즘을 탑재하여 다양한 환경에서 최고 수준의 위치 정확도와 가용성을 제공합니다. 또한, 최고 품질의 GNSS 원시 데이터와 u-blox의 종단간 보안 기술을 결합하여 강력한 성능과 신뢰성을 보장합니다.

ZED-X20D

ZED-X20D 모듈은 고정밀 방위(Heading) 측정 애플리케이션을 위해 All band GNSS 방위 전용 수신기입니다. 양쪽 안테나에 All band GNSS chip을 각각 적용하여 다양한 환경에서 최고 수준의 방위 정확도와 가용성을 제공합니다. 또한, RTK,PPP-RTK,PPP 알고리즘과 고품질 원시 데이터를 지원하며, 업계에서 검증된 ZED 폼팩터를 통해 원활한 통합과 빠른 시장 출시를 가능케 합니다.

ZED-X20K

ZED-X20K 모듈은 전 세계 어디서나 균일한 성능을 발휘하는 All band 고정밀 차량용 DR(Dead Reckoning) GNSS 수신기입니다. Galileo HAS 및 PointPerfect Global 서비스를 포함한 글로벌 PPP-AR 솔루션을 제공하며, 최대 50Hz의 다중 출력을 지원해 다양한 차량 아키텍처에 유연하게 적용할 수 있습니다. 또한, 우수한 멀티패스 차단 성능과 고급 스푸핑•재밍 완화 기능, ISO 21434 보안 규격 준수를 통해 강력한 신뢰성을 제공합니다.

UBX-F11 Series

UBX-F11 시리즈는 L1/L5 듀얼밴드를 지원하는 초저전력 표준 정밀 GNSS 칩셋입니다. LEAP 모드에서 7 mW의 전력 소모만으로 구동되며, L5 밴드를 선택적으로 활용해 전력 소비와 정확도 사이의 최적의 균형을 제공합니다. 단일칩으로 L1 또는 L1/L5 밴드를 모두 지원하고 응용분야별 다이나믹 모드를 제공하여 쉽게 구현할 수 있습니다.



차례

- 초청의 말씀 60
- 2026 IPNT Conference 조직위원회 61
- Web Proceedings 안내 62
- 등록 및 참가 안내 63
- 학술발표장 안내도 65
- 전시부스 및 경품추첨 66
- 학술대회 프로그램 67
- 발표장 세션 명칭 및 좌장 일람표 68
- 구두발표 프로그램 70
- 포스터발표 프로그램 86
- Web Proceedings 91
- Tutorials 115
- 기업홍보 223

PROGRAM

2026년 항법시스템학회 정기학술대회

(2026 IPNT Conference)

시간을 잇고 공간을 넓히다: K-PNT 생태계의 내일

(The Future of the K-PNT Ecosystem: Connecting Time, Expanding Space)

2026. 11. 3.(화) - 7.(토)

롯데호텔 제주(중문)



Web Proceedings
http://ipnt.or.kr/2026IPNT

주최 사단법인 항법시스템학회 THE INSTITUTE OF POSITIONING NAVIGATION, AND TIMING

후원 KARI 한국항공우주연구원 Hanwha Aerospace LIG Defense& Aerospace MICROINFINITY kt sat SUNGWHA Tech ThalesAlenia Space GTS solutions ETOBB

Copyright 2026. IPNT All rights reserved

초청의 말씀

존경하는 항법시스템학회 회원 여러분!

항법시스템학회 회원 여러분!

바쁘신 일정 중에도 국내 항법 기술의 발전을 위해 끊임없이 연구에 매진하고 계신 회원 여러분의 노고에 깊은 감사와 존경의 말씀을 드립니다.

새로운 도약과 도전의 시기를 맞아, 올해 정기학술대회는 "시간을 잇고 공간을 넓히다: K-PNT 생태계의 내일"이라는 주제로 여러분을 모시고자 합니다.

오늘날 PNT(Positioning, Navigation, and Timing) 기술은 초정밀 위치정보를 넘어 자율주행, 도심항공교통(UAM), 우주 탐사, 그리고 국가 안보에 이르기까지 미래 사회의 핵심 인프라로 자리 잡았습니다.

특히 'K-PNT 생태계'의 대표주자로서 대한민국 자체 위성항법시스템(KPS) 개발의 본격화와 차세대 항법 인프라 구축은, 우리가 마주한 '시간'의 정밀함을 잇고 활약할 '공간'의 범위를 전 우주 영역으로 넓히는 중대한 전환점이 되고 있습니다.

이번 학술대회는 자율주행 및 무인항법, 위성항법, 복합항법, 저궤도 위성 PNT, 대체항법, 타이밍 기술 및 응용 등 다채롭고 심도 있는 학술 세션을 통해 최신 연구 성과를 공유하는 자리가 될 것입니다.

아울러 'K-PNT 생태계'의 지속 가능한 미래를 구축하기 위해 산·학·연·관의 전문가들이 머리를 맞대고 혁신적인 아이디어를 나누는 소중한 교류의 장이 되기를 기대합니다.

우리의 기술이 대한민국을 넘어 글로벌 표준으로 우뚝 서는 그날까지, 이번 학술대회가 새로운 비전과 영감을 공유하는 촉매제가 되기를 소망합니다.

바쁘신 가운데에도 부디 참석하시어 학문적 성과와 현장의 경험을 함께 나누고, 대한민국 항법기술의 미래를 그려가는 뜻깊은 자리를 빛내 주시기를 바랍니다.

2026년 정기학술대회에서 여러분을 직접 뵙기를 고대하겠습니다.

감사합니다.

2026년 11월

사단법인 항법시스템학회

회장 **박 준 표**

2026 IPNT Conference 조직위원회

위원회	구분	성명	소속
대회장		**박준표**	**국방과학연구소**
조직위원장		**박병운**	**세종대학교**
프로그램 위원회	**위원장**	**김선우**	**한양대학교**
	위원	황석승	조선대학교
	위원	김효원	충남대학교
	위원	방유진	경상대학교
	위원	손표웅	충북대학교
국제협력 위원회	**위원장**	**원종훈**	**인하대학교**
	위원	신천식	한국전자통신연구원
	위원	주정민	한국항공우주연구원
	위원	이지윤	한국과학기술원
정책포럼 위원회	**위원장**	**신천식**	**한국전자통신연구원**
	위원	박상현	선박해양플랜트연구소
	위원	이병석	한국항공우주연구원
	위원	하지현	인하대학교
	위원	황유라	한국전자통신연구원
튜토리얼 위원회	**위원장**	**김정래**	**한국항공대학교**
	위원	김선영	국립군산대학교
	위원	김오종	세종대학교
	위원	조성필	한국항공대학교
전시홍보 위원회	**위원장**	**신동호**	**성화테크(주)**
	위원	김광진	한화에어로스페이스㈜
	위원	손석보	덕산넵코어스㈜
	위원	이병석	한국항공우주연구원
	위원	이장용	국방과학연구소
	위원	정병기	LIG 디펜스&에어로스페이스
	위원	주정민	한국항공우주연구원
	위원	서흥석	㈜마이크로인피니티
	위원	박두경	㈜문화방송

Web Proceedings 안내

http://ipnt.or.kr/2026IPNT

○ **발표논문집 공개**
발표논문집은 각 논문의 발표 당일에 공개됩니다. 학회 홈페이지 ID/PW를 입력하고 로그인

○ **문의**
관련 문의사항은 항법시스템학회 사무국으로 연락해 주시기 바랍니다.

사단법인 항법시스템학회 사무국
04323 서울특별시 용산구 한강대로 366, 7층 비709호(동자동, 트윈시티남산)
Tel: 02-704-5681, E-Mail: ipnt@ipnt.or.kr

등록 및 참가 안내

01 학술대회 등록

- **등록시간**
  - 2026. 11. 4.(수) 08:00 - 18:00
  - 2026. 11. 5.(목) 08:00 - 18:00
  - 2026. 11. 6.(금) 08:00 - 15:00
- **등록장소 :** 롯데호텔 제주 (6층 로비)
- **등록비**

구분		2026년 연회비 납부자		2026년 연회비 미납자 / 비회원	
		일반	학생·군·경	일반	학생·군·경
국내	사전등록	330,000원	220,000원	380,000원	250,000원
	현장등록	400,000원	270,000원	450,000원	300,000원
국외	사전등록	USD 350	USD 200	USD 350	USD 200
	현장등록	USD 400	USD 250	USD 400	USD 250

- **사전등록자**
  "사전등록" 데스크에서 등록확인 후 자료집, 명찰, 기념품, 식사쿠폰, 커피쿠폰 및 경품추첨 카드를 수령하시기 바랍니다.
- **현장등록자**
  "현장등록" 데스크에서 현장등록 신청서를 작성·제출하고 등록비 결제를 완료하신 후 자료집, 명찰, 기념품, 식사쿠폰, 커피쿠폰 및 경품추첨 카드를 수령하시기 바랍니다.
- **등록영수증 및 참가확인증**
  행사 종료 후 학회 홈페이지(www.ipnt.or.kr)에서 발급받으실 수 있습니다.

02 발표자료 준비

- **구두발표**
  - 발표자료는 파워포인트 파일로 준비하여 주시기 바라며, 발표시간은 질의응답 포함 20분입니다.
  - 발표자료는 USB에 저장하여 세션 시작 전 발표장 담당 스탭에게 제출하여 주시기 바랍니다.
  - 발표는 각 발표장에 설치된 노트북을 이용하여 진행하여 주시기 바랍니다.
- **포스터발표**
  - 포스터는 A0사이즈(841mm × 1,189mm) 1장으로 준비하여 주시기 바랍니다.
  - 2026. 11. 5.(목) 10:00까지 본인의 포스터 논문번호가 부착된 판넬에 포스터를 부착하여 주시기 바랍니다.
  - 포스터는 2026. 11. 5.(목) 18:00 이후 수거해 주시기 바랍니다.
  - 포스터 집중발표 시간은 11월 5일(목) 13:30-14:30입니다. 발표자는 해당 시간 동안 포스터 앞에서 회원들의 질의에 응답하여 주시기 바랍니다.

03 숙소예약

- **단체할인가 적용 숙소 :** 롯데호텔 제주
- **단체할인가 적용 기간 :** 2026. 11. 3.(화)-11. 7.(토)
- **예약방법**
  - 학술대회 홈페이지(http://ipnt.or.kr/sympo_map.php)에 안내된 "숙박안내"를 참고하여 예약해 주시기 바랍니다.
  - 변경 및 취소는 숙박 예정일 7일 전 18:00까지 해야 위약금이 발생하지 않습니다.
  - 숙소 입실은 15:00부터, 퇴실은 11:00까지입니다.

교통편 안내

01 찾아오시는 길

- **주소 :** (63535) 제주특별자치도 서귀포시 중문관광로 72번길 35, 롯데호텔 제주
  ※ Tel. 064-731-1000
- **지도 링크 :** https://naver.me/5l73yRex
- **교통편 상세 :** https://www.lottehotel.com/jeju-hotel/ko/about/location

02 공항 리무진 버스

버스	호텔 ⇨ 공항	공항 ⇨ 호텔	승하차	운행간격	문의
600번	06:40~22:20	06:00-22:40	롯데호텔 입구	매회 50분 간격	064-713-7000 삼영교통
601번	07:40-22:40	06:00-21:00	롯데호텔 현관	매회 50분 간격	

※ 공항탑승 장소는 GATE 5번 출구, 우측방향 공항리무진버스 승차장이며, 이용요금은 4,500원

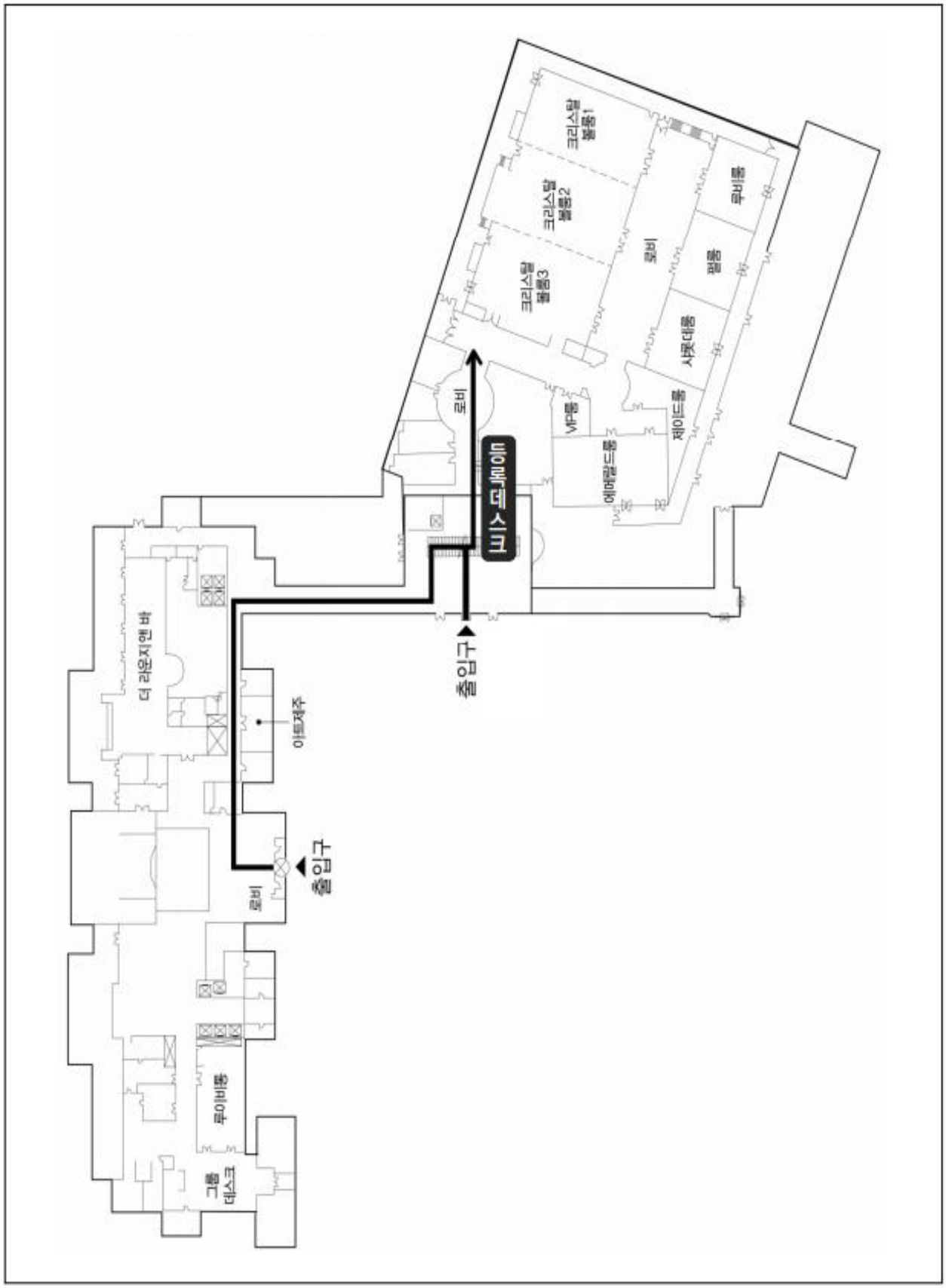
03 롯데호텔 셔틀버스

버스	호텔 ⇨ 공항	공항 ⇨ 호텔	문의
공항셔틀	10:00, 13:00	15:00	064-731-4343(롯데호텔 컨시어지)

※ 이용안내

- **문의 : 064-731-4343 (롯데호텔 제주 컨시어지)**
  - 탑승 장소는 제주공항 GATE 3번 출구, 대형버스 주차장 B-3 또는 B-4 구역입니다.
  - 공항 GATE에서 셔틀 탑승 장소까지 소요시간은 도보 5분입니다.
  - 사전 예약제 운영 및 투숙객 전용 무료 서비스입니다. (투숙 기간 한정)
  - 출발 10분 전부터 탑승 가능하며, 정시에 출발합니다.
  - 차량 대기장소/시간은 호텔 사정에 따라 변동될 수 있으며, 롯데스카이힐 C.C. 및 아트빌사스 경유가 포함될 수 있습니다.
  - 셔틀버스 내 쾌적한 환경을 위해 음식물 반입이 안되오니 양해해 주시기 바랍니다.
  - 탑승방법 : https://www.instagram.com/stories/highlights/18055684397232074

학술발표장 안내도

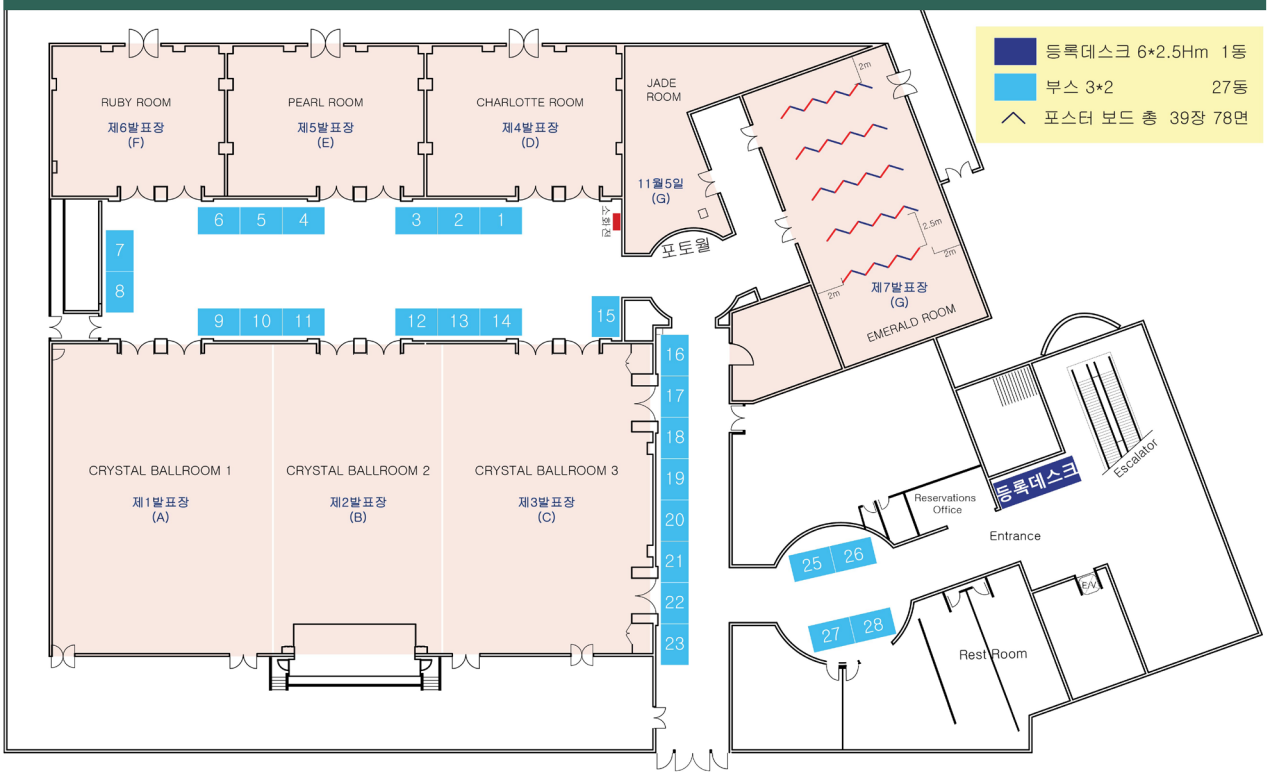

크리스탈 볼룸1
크리스탈 볼룸2
크리스탈 볼룸3
로비
로비
휴게실
사무실
VIP룸
에메랄드룸
제이드룸
등록데스크
출입구
출입구
아트갤러리
더 라운지 앤 바
로비
휴게실
그룹 데스크

전시부스 및 경품추첨

■ 발표장 위치 및 부스 배치도

2026년 항법시스템학회 정기학술대회 (2026 IPNT Conference)

개최기간 : 2026.11.03.(화)~07.(토)
전시기간 : 2026.11.04.(수)~06.(금)
장　　소 : 롯데호텔 제주(중문)



■ 경품추첨

- 참가대상 : 전체 참가등록자(등록비 완불)
- 응모요령 : 20개 업체 이상 부스를 방문하고 카드에 STAMP를 받아 응모
- 추첨일시

  1차 : 2026. 11. 4(수) 18:00 만찬

  2차 : 2026. 11. 5(목) 17:40 정기총회

  3차 : 2026. 11. 6(금) 15:10 폐회식
- 경품 : - Apple Beats 360 무선 오버이어 헤드폰 (1점)
  - 다이슨 슈퍼소닉 트래블 헤어드라이어 (1점)
  - 2026 구글 홈 스마트 스피커 Google Home Speaker - AI 제미나이 (2점)
  - 보스 사운드링크 플렉스 2 블루투스 스피커 (3점)
  - Apple Beats Solo Buds 블루투스 이어폰 (3점)
  - AULA 유무선 기계식 키보드 (3점)
  - 스탠리 텀블러 (3점)
  - DAICOO 다이코 통화가능 GPS 블루투스 스마트워치 42mm R8 (12점)

학술대회 프로그램

구분	내용		발표장
11/3(화)	18:00-21:00	산 • 학 • 연 공동워크숍	
11/4 (수)	08:00-18:00	등록	6층 로비
	09:00-12:00	[TS] Tutorial Session	크리스탈볼룸
	12:00-13:00	중식	외부식당(신우성흑돼지)
	13:00-13:10	개회식(개회사, 축사)	크리스탈볼룸
	13:10-14:50	[IS] Invited Session	크리스탈볼룸
	14:50-15:10	단체사진 촬영 / 휴식	
	15:10-16:25	[FS] 국가 PNT 정책포럼 Session	크리스탈볼룸
	16:25-18:00	[ES] 전시홍보 Session(부스 관람)	크리스탈볼룸 로비
	18:00-20:00	만찬 행사 (학회장인사, 시상, 후원사 소개, 경품추첨)	크리스탈볼룸
11/5 (목)	08:00-18:00	등록	6층 로비
	09:00~10:20	학술발표회(세션 A1, B1, C1, D1, E1, F1)	크리스탈볼룸 1, 2, 3, 샤롯데룸, 펄룸, 루비룸
	10:20~10:40	휴식	
	10:40~12:00	학술발표회(세션 A2, B2, C2, D2, E2, F2)	크리스탈볼룸 1, 2, 3, 샤롯데룸, 펄룸, 루비룸
	12:00-13:30	중식 / IPNT 이사회	라세느/ 제이드룸
	13:30-14:30	[PS] Poster Session	에메럴드룸
	14:30-15:50	학술발표회(세션 A3, B3, C3, D3, E3, F3)	크리스탈볼룸 1, 2, 3, 샤롯데룸, 펄룸, 루비룸
	15:50-16:10	휴식	
	16:10-17:30	학술발표회(세션 A4, B4, C4, D4, E4, F4, G4)	크리스탈볼룸 1, 2, 3, 샤롯데룸, 펄룸, 루비룸, 제이드룸
	17:30-17:40	자리이동 / 정기총회 준비	
	17:40-19:00	경품추첨 / 정기총회	크리스탈볼룸 1
11/6 (금)	08:00-15:30	등록	6층 로비
	09:00-10:20	학술발표회(세션 A5, B5, C5, D5, E5, F5, G5)	크리스탈볼룸 1, 2, 3, 샤롯데룸, 펄룸, 루비룸, 에메럴드
	10:20-10:40	휴식	
	10:40-12:00	학술발표회(세션 A6, B6, C6, D6, E6, F6, G6)	크리스탈볼룸 1, 2, 3, 샤롯데룸, 펄룸, 루비룸, 에메럴드
	12:00-13:30	중식	외부식당(신우성흑돼지)
	13:30-14:50	학술발표회(세션 A7, B7, C7, D7, E7, F7, G7)	크리스탈볼룸 1, 2, 3, 샤롯데룸, 펄룸, 루비룸, 에메럴드
	14:50-15:10	자리정돈 및 이동	
	15:10-15:30	폐회식(경품추첨, 학술대회 우수논문상 시상, 학부생 우수논문상 시상, 폐회사)	크리스탈볼룸 1
11/7(토)	09:00-12:00	테크니컬 투어(비공개)	

발표장 세션 명칭 및 좌장 일람표

No	세션명	날짜	시간	좌장	소속
1	[TS] Tutorial Session	11. 04(수)	09:00-13:00	김정래	한국항공대학교
2	개회식		13:00-13:10	박병운	세종대학교
3	[IS] Invited Session		13:10-14:50	원종훈	인하대학교
4	[FS] 국가 PNT 정책포럼		15:10-16:25	박상현	선박해양플랜트연구소
5	[ES] 전시홍보		16:25-18:00	신동호	성화테크㈜
6	만찬		18:00-20:00	박병운	세종대학교
7	[A1] 저궤도 위성 PNT (1)	11. 05(목)	09:00-10:20	원종훈	인하대학교
8	[B1] [OS] 긴급구조 정밀측위		09:00-10:20	최동욱	KT
9	[C1] [OS] 다층궤도 PNT 산학연 워크숍 (1)		09:00-10:20	김성우	우주항공청
10	[D1] [OS] 미래항법을 위한 국내 시간주파수 기술 현황 (1)		09:00-10:20	홍현규	한국표준과학연구원
11	[E1] 전파교란 대응 기술 (1)		09:00-10:20	박귀우	덕산넵코어스
12	[F1] [OS] 회전형 관성항법장치 항법 기술		09:00-10:20	유기정	국방과학연구소
13	[A2] 저궤도 위성 PNT (2)		10:40-12:00	김민찬	한국항공우주연구원
14	[B2] 정밀항법 (1)		10:40-12:00	송준솔	수원대학교
15	[C2] [OS] 다층궤도 PNT 산학연 워크숍 (2)		10:40-12:00	소형민	국방과학연구소
16	[D2] [OS] 미래항법을 위한 국내 시간주파수 기술 현황 (2)		10:40-12:00	홍현규	한국표준과학연구원
17	[E2] 전파교란 대응 기술 (2)		10:40-12:00	이상욱	한국전자통신연구원
18	[F2] [OS] 회전형 관성항법장치 센서 기술		10:40-12:00	김현석	국방과학연구소
19	[PS] Poster Session (1)		13:30-14:30	홍준석	한국천문연구원
20	[PS] Poster Session (2)		13:30-14:30	최필훈	한화에어로스페이스
21	[A3] 저궤도 위성 PNT (3)		14:30-15:50	김동욱	국방과학연구소
22	[B3] 정밀항법 (2)		14:30-15:50	박슬기	선박해양플랜트연구소
23	[C3] Multi-Layer PNT (1)		14:30-15:50	신범주	한림대학교
24	[D3] [OS] Asian PNT (1)		14:30-15:50	박관동	인하대학교
25	[E3] 보강시스템 (1)		14:30-15:50	이병석	한국항공우주연구원
26	[F3] [OS] 국내 항법 기술동향 (1)		14:30-15:50	김광진	한화에어로스페이스
27	[A4] 저궤도 위성 PNT (4)		16:10-17:30	이은성	한국항공우주연구원
28	[B4] 육상 해상 응용		16:10-17:30	서흥석	마이크로인피니티
29	[C4] Multi-Layer PNT (2)		16:10-17:30	한가희	한국전자통신연구원
30	[D4] [OS] Asian PNT (2)		16:10-17:30	허문범	한국항공우주연구원
31	[E4] 보강시스템 (2)		16:10-17:30	김정래	한국항공대학교
32	[F4] [OS] 국내 항법 기술동향 (2)		16:10-17:30	조성윤	경일대학교
33	[G4] ICT 응용		16:10-17:30	임철순	LIG D&A

No	세션명	날짜	시간	좌장	소속
34	[A5] [OS] KARI 전략연구: LEO PNT 핵심기술 (1)		09:00-10:20	원대희	한국항공우주연구원
35	[B5] [OS] 학부생 논문경진대회		09:00-10:20	최수진	한국기술교육대학교
36	[C5] 실내항법 (1)		09:00-10:20	유호영	충남대학교
37	[D5] 천문·심우주 응용 (1)		09:00-10:20	최병규	한국천문연구원
38	[E5] 수신기와 안테나		09:00-10:20	박귀우	덕산넵코어스
39	[F5] [OS] Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술의 국내외 현황 (1)		09:00-10:20	박병운	세종대학교
40	[G5] 대체항법		09:00-10:20	방유진	경상국립대학교
41	[A6] [OS] KARI 전략연구: LEO PNT 핵심기술 (2)		10:40-12:00	이진실	한국항공우주연구원
42	[B6] 관성 및 복합측위 (1)		10:40-12:00	고요한	LIG D&A
43	[C6] 실내항법 (2)		10:40-12:00	황유라	한국전자통신연구원
44	[D6] 천문·심우주 응용 (2)	11. 06(금)	10:40-12:00	정종균	한국천문연구원
45	[E6] 신호처리		10:40-12:00	서흥석	마이크로인피니티
46	[F6] [OS] Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술의 국내외 현황 (2)		10:40-12:00	박병운	세종대학교
47	[G6] AI 및 머신러닝 기반 항법기술 (1)		10:40-12:00	손표웅	충북대학교
48	[A7] 측량과 공간 정보응용		13:30-14:50	김현수	기람테크
49	[B7] 관성 및 복합측위 (2)		13:30-14:50	박준민	충남대학교
50	[C7] 스마트 디바이스		13:30-14:50	조성필	한국항공대학교
51	[D7] 자율주행 및 무인항법		13:30-14:50	김의호	홍익대학교
52	[E7] 신호 및 타이밍		13:30-14:50	김오종	세종대학교
53	[F7] 위성/원격탐사		13:30-14:50	최헌호	한국항공우주연구원
54	[G7] AI 및 머신러닝 기반 항법기술 (2)		13:30-14:50	이용준	한국전자통신연구원

■ 좌장 가이드

가. 담당 세션의 발표 시간 및 발표장을 사전에 확인해 주십시오.

나. 발표 시작 5분 전까지 해당 발표장에 입장해 주시기 바랍니다.

다. 발표 시작 전 발표자 전원의 참석 여부를 확인해 주십시오.

라. 발표는 질의응답을 포함하여 20분이며, 원활한 진행을 위해 시간 준수를 부탁드립니다.

※ 종료 2분 전 1회, 종료 시 2회 종을 울려 주십시오.

마. 발표자가 불참한 경우, 해당 시간은 휴식으로 운영하거나 좌장 판단에 따라 다음 발표를 앞당겨 진행하실 수 있습니다.

바. 발표 시작 전 논문 제목 및 발표자(연사) 소개와 함께 발표 시간 준수에 대한 안내를 부탁드립니다.

사. 「학술대회 우수논문상」 및 「학부생 논문경진대회 우수논문상」 심사를 위해 좌장석에 비치된 평가표를 작성해 주십시오.

아. 등록 시 좌장 기념품을 수령하여 주십시오.

구두발표 프로그램

제1발표장 [Day 2]

2026년 11월 4일(수)		크리스탈볼룸 1+2+3
08:00-18:00	등록	
[TS] Tutorial Session		**좌장 : 김정래(한국항공대학교)**
TS-1	09:00-10:00	해양레이더 영상 처리 기법 및 강화학습 기반 적응형 파라미터 제어 조성필 교수(한국항공대학교)
TS-2	10:00-11:00	위성항법신호의 생성과 송신 구현 김오종 교수(세종대학교)
TS-3	11:00-12:00	Vision-and-Language Navigation(VLN) 기술 동향: VLM 기초부터 VLA 응용까지 김선영 교수(국립군산대학교)
	12:00-13:00	중식
개회식		**사회 : 박병운(세종대학교)**
개회사	13:00-13:10	박준표 회장(사단법인 항법시스템학회)
축사		권현준 차장(우주항공청)
		이상철 원장(한국항공우주연구원)
		구남서 회장(한국항공우주학회)
[IS] Invited Session		**좌장 : 원종훈(인하대학교)**
IS-1	13:10-14:00	Celeste LEO-PNT Programme Florin-Catalin Grec(ESA)
IS-2	14:00-14:50	Developing the Foundations of Lunar PNT Joel Parker and Juan M.Crenshaw(NASA)
	14:50-15:10	단체 사진 / 휴식
[FS] 국가 PNT 정책포럼 Session		**좌장 : 박상현(선박해양플랜트연구소)**
FS-1	15:10-15:25	한국형 위성항법시스템(KPS)개발사업과 우주항공청의 정책추진방향 황소정 사무관(우주항공청 우주항공임무본부)
FS-2	15:25-15:40	항공위성서비스(KASS) 추진 현황 및 발전방향 박상현 사무관(국토교통부 항행위성정책과)
FS-3	15:40-15:55	해양 PNT 서비스 현황 및 계획 박우경 과장(국립해양측위정보원 측위정보과)
FS-4	15:55-16:10	국토지리정보원 GNSS 측위보정정보 서비스 현황 윤하수 연구사(국토지리정보원 위치기준과)
	16:10-16:25	질의응답
[ES] 전시 홍보 Session		**좌장 : 신동호(성화테크)**
ES	16:25-18:00	전시 참여 부스 소개 전시 참여 기업
만찬		**사회 : 박병운(세종대학교)**
18:00-20:00	인사말	박준표 회장(사단법인 항법시스템학회)
	시상	우주항공청장상 항법시스템학회 학술상 항법시스템학회 공로상, 특별공로상
	후원 업체 소개 / 경품추첨	
	만찬	

Program at a glance

2026 정기학술대회 발표일정 (구두발표)							11월 5일(목)
발표장	제1발표장 (크리스탈볼룸 1)	제2발표장 (크리스탈볼룸 2)	제3발표장 (크리스탈볼룸 3)	제4발표장 (샤롯데룸)	제5발표장 (펄룸)	제6발표장 (루비룸)	제7발표장 (제이드룸)
세션명	[A1] 저궤도 위성 PNT (1)	[B1] [OS] 긴급구조 정밀측위	[C1] [OS] 다층궤도 PNT 산학연 워크숍 (1)	[D1] [OS] 미래항법을 위한 국내 시간주파수 기술 현황 (1)	[E1] 전파교란 대응 기술 (1)	[F1] [OS] 회전형 관성항법장치 항법 기술	
좌장	원종훈(인하대)	최동욱(KT)	김성우(우주청)	홍현규(표준연)	박귀우(덕산넵코어스)	유기정(ADD)	
09:00 - 09:20	A1-1 김준수	B1-1 조영수	C1-1 이형석	D1-1 이본영	E1-1 최병현	F1-1 박찬주	
09:20 - 09:40	A1-2 정유나	B1-2 전주일	C1-2 강준현	D1-2 이상민	E1-2 한정우	F1-2 조민수	
09:40 - 10:00	A1-3 박원우	B1-3 이용준	C1-3 이형근	D1-3 이주현	E1-3 배진희	F1-3 류경돈	
10:00 - 10:20	A1-4 박정현	B1-4 윤주동	C1-4 옹준호	D1-4 김영기	E1-4 최형욱	F1-4 이창현	
10:20 - 10:40	휴식						
세션명	[A2] 저궤도 위성 PNT (2)	[B2] 정밀항법 (1)	[C2] [OS] 다층궤도 PNT 산학연 워크숍 (2)	[D2] [OS] 미래항법을 위한 국내 시간주파수 기술 현황 (2)	[E2] 전파교란 대응 기술 (2)	[F2] [OS] 회전형 관성항법장치 센서 기술	
좌장	김민찬(항우연)	송준솔(수원대)	소형민(ADD)	홍현규(표준연)	이상욱(ETRI)	김현석(ADD)	
10:40 - 11:00	A2-1 이수빈	B2-1 박관동	C2-1 박희웅	D2-1 유동희	E2-1 이예림	F2-1 이윤선	
11:00 - 11:20	A2-2 김동규	B2-2 조용래	C2-2 고요한	D2-2 이준효	E2-2 안철형	F2-2 윤성진	
11:20 - 11:40	A2-3 조민형	B2-3 윤영민	C2-3 임정흠	D2-3	E2-3 박상현	F2-3 박우성	
11:40 - 12:00	A2-4 조민근	B2-4 박봉규	C2-4 박병운	D2-4	E2-4 박병수	F2-4	
12:00 - 13:30	중식 (라세느)						
	4차 이사회 개최 (제이드룸)						
13:30-14:30	Poster Session (에메럴드룸)						
	홍준석 (한국천문연구원), 최필훈 (한화에어로스페이스)						
세션명	[A3] 저궤도 위성 PNT (3)	[B3] 정밀항법 (2)	[C3] Multi-Layer PNT (1)	[D3] [OS] Asian PNT (1)	[E3] 보강시스템 (1)	[F3] [OS] 국내 항법 기술동향 (1)	
좌장	김동욱(ADD)	박슬기(KRISO)	신범주(한림대)	박관동(인하대)	이병석(항우연)	김광진(한화)	
14:30-14:50	A3-1 이혁수	B3-1 김성익	C3-1 한승연	D3-1 Haibo Ge	E3-1 우지연	F3-1 김광진	
14:50-15:10	A3-2 김현우	B3-2 김민주	C3-2 김성우	D3-2 Rion Sobukawa	E3-2 유주영	F3-2 신미리	
15:10-15:30	A3-3 김준수	B3-3 최병규	C3-3 이현중	D3-3 Nobuaki Kubo	E3-3 김영국	F3-3 한경준	
15:30-15:50	A3-4 박지영	B3-4 이예빈	C3-4 Ryan Ranaivoharison	D3-4 Oide Yo	E3-4 김태호	F3-4 이한열	
15:50 - 16:10	휴식						
세션명	[A4] 저궤도 위성 PNT (4)	[B4] 육상 해상 응용	[C4] Multi-Layer PNT (2)	[D4] [OS] Asian PNT (2)	[E4] 보강시스템 (2)	[F4] [OS] 국내 항법 기술동향 (2)	[G4] ICT 응용
좌장	이은성(항우연)	서흥석 (마이크로인피니티)	한가희(ETRI)	허문범(항우연)	김정래(항공대)	조성윤(경일대)	임철순(LIG D&A)
16:10 - 16:30	A4-1 손진선	B4-1 김현수	C4-1 김성우	D4-1 Xingqun Zhan	E4-1 전영우	F4-1 강창호	G4-1 노남우
16:30 - 16:50	A4-2 이은주	B4-2 이준영	C4-2 김수연	D4-2	E4-2 이진아	F4-2 조성윤	G4-2 이채원
16:50 - 17:10	A4-3 박인경	B4-3 김태호	C4-3 홍형준	D4-3	E4-3 김유진	F4-3 김선영	G4-3 이수민
17:10 - 17:30	A4-4 공병휘	B4-4 권재욱	C4-4 이지원	D4-4	E4-4 김나현	F4-4 최영권	G4-4 황선우
17:30 - 17:40	자리이동 / 총회 준비						
17:40 - 19:00	경품추첨 / 정기총회(크리스탈볼룸)						

2026 정기학술대회 발표일정 (구두발표) 11월 6일(금)

발표장	제1발표장 (크리스탈볼룸 1)	제2발표장 (크리스탈볼룸 2)	제3발표장 (크리스탈볼룸 3)	제4발표장 (샤롯데룸)	제5발표장 (펄룸)	제6발표장 (루비룸)	제7발표장 (에머랄드룸)
세션명	[A5] [OS] KARI 전략연구: LEO PNT 핵심기술 (1)	[B5] [OS] 학부생 논문경진대회	[C5] 실내항법 (1)	[D5] 천문 • 심우주 응용 (1)	[E5] 수신기와 안테나	[F5] [OS] Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술의 국내외 현황 (1)	[G5] 대체항법
좌장	원대희(항우연)	최수진(기술교대)	유호영(충남대)	최병규(천문연)	박귀우(넵코어스)	박병운(세종대)	방유진(경상대)
09:00 - 09:20	A5-1 원대희	B5-1 신지현	C5-1 유승현	D5-1 공성욱	E5-1 엄순영	F5-1 김성익	G5-1 송준우
09:20 - 09:40	A5-2 최필훈	B5-2 박민석	C5-2 신동현	D5-2 김예리	E5-2 임준수	F5-2 홍현규	G5-2 손가연
09:40 - 10:00	A5-3 김민찬	B5-3 김동욱	C5-3 조세정	D5-3 권병문	E5-3 고영준	F5-3 박재홍	G5-3 오주현
10:00 - 10:20	A5-4 최훈엽	B5-4 김주헌	C5-4 Shiyi Li	D5-4 성민석	E5-4 김서영	F5-4	
10:20 - 10:40	휴식 / 환기						
세션	[A6] [OS] KARI 전략연구: LEO PNT 핵심기술 (2)	[B6] 관성 및 복합측위 (1)	[C6] 실내항법 (2)	[D6] 천문·심우주 응용 (2)	[E6] 신호처리	[F6] [OS] Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술의 국내외 현황 (2)	[G6] AI 및 머신러닝 기반 항법기술 (1)
좌장	이진실(항우연)	고요한(LIG D&A)	황유라(ETRI)	정종균(천문연)	서흥석(마이크로인피니티)	박병운(세종대)	손표웅(충북대)
10:40 - 11:00	A6-1 이진실	B6-1 송기원	C6-1 김태훈	D6-1 유재덕	E6-1 최윤섭	F6-1 오지성	G6-1 김성중
11:00 - 11:20	A6-2 김준혁	B6-2 김천중	C6-2 김해람	D6-2 박현지	E6-2 전승환	F6-2 박승현	G6-2 박종현
11:20 - 11:40	A6-3 이경택	B6-3 이영혁	C6-3 박성민	D6-3 양욱진	E6-3 이지환	F6-3 박유현	G6-3 김민성
11:40-12:00	A6-4 유태호	B6-4 강인식	C6-4 유창수	D6-4 이다연	E6-4 심이주	F6-4 정다님	G6-4 박종우
12:00 - 13:30	중식 (신우성 흙돼지)						
세션	[A7] 측량과 공간정보 응용	[B7] 관성 및 복합측위 (2)	[C7] 스마트 디바이스	[D7] 자율주행 및 무인항법	[E7] 신호 및 타이밍	[F7] 위성/원격탐사	[G7] AI 및 머신러닝 기반 항법기술 (2)
좌장	김현수(기람테크)	박준민(충남대)	조성필(항공대)	김의호(홍익대)	김오종(세종대)	최헌호(항우연)	이용준(ETRI)
13:30-13:50	A7-1 김준성	B7-1 최민혁	C7-1 유선경	D7-1 오동현	E7-1 김장원	F7-1 김용래	G7-1 사의환
13:50-14:10	A7-2 박인경	B7-2 이형섭	C7-2 김보성	D7-2 김성준	E7-2 안우진	F7-2 신재창	G7-2 김성연
14:10-14:30	A7-3 전슬비	B7-3 서주영	C7-3 박준교	D7-3 박주언	E7-3 송재오	F7-3 이현우	G7-3 김상현
14:30-14:50	A7-4 박희선		C7-4 이종성	D7-4 오민식	E7-4 하은지	F7-4 박종현	G7-4 이용하
14:50-15:10	자리 정돈 및 이동						
15:10-15:30	폐회식 (크리스탈볼룸-경품추첨, 학술대회 우수논문상, 학부생 우수논문상 시상, 폐회사)						

2026 정기학술대회 발표일정 (포스터발표) 11월 5일(목)

13:30-14:30 에메럴드룸				좌장 : 홍준석(한국천문연구원) 최필훈(한화에어로스페이스)											
NO	성명	NO	성명	NO	성명	NO	성명	NO	성명	NO	성명	NO	성명	NO	성명
PS-01	양승규	PS-11	채명석	PS-21	박다나	PS-31	한가희	PS-41	민지윤	PS-51	강승민	PS-61	배정태	PS-71	염찬규
PS-02	이재현	PS-12	구떠올라	PS-22	박종민	PS-32	최경수	PS-42	김도형	PS-52	이영찬	PS-62	이주환	PS-72	염찬규
PS-03	이현중	PS-13	김종헌	PS-23	박진영	PS-33	전용수	PS-43	김수빈	PS-53	현진원	PS-63	하승원	PS-73	이학범
PS-04	이태훈	PS-14	김준형	PS-24	김태영	PS-34	김현기	PS-44	박수현	PS-54	강석태	PS-64	강성현	PS-74	최석락
PS-05	최예빈	PS-15	이용	PS-25	신성엽	PS-35	박소라	PS-45	송영진	PS-55	김민재	PS-65	이근욱	PS-75	최형준
PS-06	최은철	PS-16	정순규	PS-26	유병진	PS-36	주인원	PS-46	신천식	PS-56	김정원	PS-66	강인주		
PS-07	강민식	PS-17	최증원	PS-27	이승재	PS-37	김일규	PS-47	정환호	PS-57	김진건	PS-67	공태령		
PS-08	김다애	PS-18	홍정근	PS-28	이태섭	PS-38	우남규	PS-48	김지섭	PS-58	이성현	PS-68	박건환		
PS-09	김상식	PS-19	김수경	PS-29	정태기	PS-39	이동주	PS-49	백도현	PS-59	홍형준	PS-69	서성훈		
PS-10	이수용	PS-20	김수열	PS-30	최민용	PS-40	고건원	PS-50	최재원	PS-60	김범수	PS-70	신용설		

제1발표장 [Day 3]

2026년 11월 5일(목)	크리스탈볼룸 1

A1 ▶ 저궤도 위성 PNT (1) — 좌장 : 원종훈(인하대학교)

A1-1	09:00-09:20	LEO 통신 항법 통합 시스템을 위한 OFDM 부반송파 널링의 통신 용량 및 거리 측정 정확도 민감도 분석 김준수, 남기훈, 이지윤*(한국과학기술원)
A1-2	09:20-09:40	저궤도 위성 온보드 수신기용 GNSS/INS 심층결합 기법의 항재밍 성능 연구 정유나, 홍형준, 이현중(인하대학교), 박용희, 한진수(두시텍), 원종훈*(인하대학교)
A1-3	09:40-10:00	저궤도 위성의 LOS 변화 모사 환경에서의 GPS/LEO-PNT 이중대역 측위 실험 박원우, 정인아, 김오종, 박병운*(세종대학교)
A1-4	10:00-10:20	GNSS 수신기 내부 마이크로프로세서에서 온보드 정밀 궤도 예측 알고리즘 구현 및 검증 박정현, 박귀우*(덕산넵코어스), 조훈기, 양현호, 김효원(충남대학교)

A2 ▶ 저궤도 위성 PNT (2) — 좌장 : 김민찬(한국항공우주연구원)

A2-1	10:40-11:00	RNSS와의 호환성을 고려한 한국형 LEO-PNT 신호의 중심 주파수 설계 이수빈*, 고요한, 박종욱, 손용준(LIG 디펜스&에어로스페이스)
A2-2	11:00-11:20	LEO PNT로 보강된 한국 지역 위성항법시스템의 ARAIM 무결성 예비 연구 김동규, 방유진*(경상국립대학교)
A2-3	11:20-11:40	제한된 KPS 수신환경에서 Inter-Satellite Link를 활용한 LEO 위성군의 궤도 결정과 사용자 성능 평가 조민형, 오지성, 김성익, 박병운*(세종대학교)
A2-4	11:40-12:00	Inter-Satellite-Link 기반 LEO PNT 위성군의 협력 정밀궤도결정 기법 조민근, 원종훈*(인하대학교)

A3 ▶ 저궤도 위성 PNT (3) — 좌장 : 김동욱(국방과학연구소)

A3-1	14:30-14:50	북극항로에서 LEO Doppler-eLoran/CHAYKA 통합 PNT 적용 가능성 분석 이혁수, 김의호*(홍익대학교)
A3-2	14:50-15:10	LEO위성 보강을 통한 한국형 위성항법시스템의 PPP 수렴 성능 개선 김현우, 박병운*(세종대학교)
A3-3	15:10-15:30	이동 플랫폼에서의 LEO SoP 기반 FOA/TOA 통합 STAN 성능 평가 김준수, 남기훈, 이지윤*(한국과학기술원)
A3-4	15:30-15:50	6G NTN의 NR PRS Resource Configuration에 따른 TDoA 기반 측위 성능 연구 박지영, 홍형준, 원종훈*(인하대학교)

A4 ▶ 저궤도 위성 PNT (4) — 좌장 : 이은성(한국항공우주연구원)

A4-1	16:10-16:30	LEO 위성 기반 지상 재머 위치추정 기법 연구 손진선, 정유나, 원종훈*(인하대학교)
A4-2	16:30-16:50	Galileo HAS 보정정보와 위성동역학모델을 이용한 LEO 위성의 준실시간 궤도결정 이은주, 김용래(한국항공대학교), 임재욱, 김범수, 하승원, 고요한(LIG 디펜스&에어로스페이스), 김정래*(한국항공대학교)
A4-3	16:50-17:10	PPP 기반 저궤도위성 정밀궤도결정과 방송궤도력 생성 박인경, 김성익, 박병운*(세종대학교)
A4-4	17:10-17:30	6G LEO-PNT 위성군 임무설계를 위한 시뮬레이션 프레임워크 개발 및 검증 공병휘, 오민식, 김홍석*(웨이파인더 스페이스)

제1발표장 [Day 4]

2026년 11월 6일(금)	크리스탈볼룸 1

A5 ▶ [OS] KARI 전략연구: LEO PNT 핵심기술 (1) — **좌장 : 원대희(한국항공우주연구원)**

A5-1	09:00-09:20	LEO PNT 우주 실증을 위한 임무 정의 및 시스템 개념 설계 원대희*, 이재은, 이진실, 김민찬, 유태호, 이경택(한국항공우주연구원)
A5-2	09:20-09:40	시뮬레이터 기반 LEO-PNT 실증위성 요구도 분석 최필훈*, 배정태, 김준혁, 황용택(한화에어로스페이스), 원대희*(한국항공우주연구원)
A5-3	09:40-10:00	LEO PNT 우주실증을 위한 궤도 설계 연구 김민찬*, 원대희(한국항공우주연구원)
A5-4	10:00-10:20	고체지구조석·해양조석·극조석 모델과 지구복사압 모델 추가를 통한 LEO Reduced-Dynamic Orbit Determination 정확도 향상 최훈엽*, 이형석(인하대학교), 김영국, 박관동(인하대학교, 피피솔)

A6 ▶ [OS] KARI 전략연구: LEO PNT 핵심기술 (2) — **좌장 : 이진실(한국항공우주연구원)**

A6-1	10:40-11:00	소형 원자시계 기반 저궤도 항법위성 시각동기 구조의 운용환경별 성능 분석 이진실*, 원대희, 이재은, 김민찬(한국항공우주연구원)
A6-2	11:00-11:20	파라미터 가변형 저궤도 항법신호 송신기 개발 및 검증 김준혁*, 배정태, 최필훈, 황용택(한화에어로스페이스), 원대희(한국항공우주연구원)
A6-3	11:20-11:40	저궤도 위성 레이저 통신 터미널 및 위성 간 거리측정 기술동향 이경택*(한국항공우주연구원)
A6-4	11:40-12:00	저궤도 위성환경을 고려한 저중량, 저전력 재밍 신호 위치 탐지 시스템 유태호, 원대희*, 이재은, 김민찬, 이진실, 이경택(한국항공우주연구원)

A7 ▶ 측량과 공간정보 응용 — **좌장 : 김현수(기람테크)**

A7-1	13:30-13:50	GPS 좌표 시계열의 불연속 탐지와 좌표 오프셋 계산 정확도 비교 김준성*, 노남우, 하지현, 박관동(인하대학교)
A7-2	13:50-14:10	네트워크 RTK 측량성과 신뢰성 확보를 위한 정확도 평가 지표 제안 박인경, 이예빈, 조용래, 김주헌, 김동욱(세종대학교), 송준솔(수원대), 김예린(국토지리정보원), 박병운*(세종대학교)
A7-3	14:10-14:30	Particle Filter를 활용한 TDOA/FDOA 위치 및 속도 추정 알고리즘 전슬비, 황석승*(조선대학교)
A7-4	14:30-14:50	L자형 배열 안테나에서 효율적인 신호 개수 추정을 위한 빔공간 AIC 및 MDL 기법 박희선, 황석승*(조선대학교)

제2발표장 [Day 3]

2026년 11월 5일(목)		크리스탈볼룸 2
B1 ▶ [OS] 긴급구조 정밀측위		**좌장 : 최동욱(KT)**
B1-1	09:00-09:20	다중 LTE 강제 측정값 기반 패턴매칭 측위 기술 성능 분석 조영수*, 이정호, 전주일, 윤주동, 이용준(한국전자통신연구원)
B1-2	09:20-09:40	5G NR NSA 데이터를 이용한 Attention 기반 Seq2Seq 타 이동통신사 의사 셀 생성 기술 전주일*, 이정호, 조영수(한국전자통신연구원)
B1-3	09:40-10:00	GNSS SNR 지도와 Grid 제약 거리 측정치를 이용한 도심지 GNSS 측위 기법 이용준, 조영수*(한국전자통신연구원)
B1-4	10:00-10:20	Association Between Cross-Network LTE PCell Prediction Outcomes and RF Fingerprint Localization Errors Joo Dong Yun, Juil Jeon, Youngsu Cho* (AI Navigation and Communication Research Section, Electronics and Telecommunications Research Institute)
B2 ▶ 정밀항법 (1)		**좌장 : 송준솔(수원대학교)**
B2-1	10:40-11:00	실시간 VRS 시스템 국산화: K-VRS의 개발 및 측위 성능 평가 박관동*, 김영국, 김혜인, 김미소, 김현수(피피솔)
B2-2	11:00-11:20	통계적 검정을 이용한 Network RTK 전리층 보정정보 품질 관리 및 사용자 측위 성능 평가 조용래, 박병운*(세종대학교)
B2-3	11:20-11:40	시간방향 감시 게이트를 사용한 위성항법 반송파 RAIM 무결성 강화 기법 윤영민*, 이병석, 허문범(한국항공우주연구원)
B2-4	11:40-12:00	저가형 GNSS 수신기를 이용한 단일 주파수 PPP-RTK 모호정수 결정 및 성능 분석 박봉규*, 이종성(인하대학교), 김미소, 박관동(인하대학교, 피피솔)
B3 ▶ 정밀항법 (2)		**좌장 : 박슬기(선박해양플랜트연구소)**
B3-1	14:30-14:50	HN-RTK OSR 보정정보의 SSR화 방법론의 Feasibility Study 김성익, 조용래, 이예빈(세종대학교), 송재영, 박슬기, 박상현(해양 PNT 통합연구단), 박병운*(세종대학교)
B3-2	14:50-15:10	SouthPAN Early Open Service의 DFMC SBAS 및 PPP 측위 알고리즘 개발과 성능 검증 김민주*, 이종성, 박봉규(인하대), 박관동(인하대학교, 피피솔)
B3-3	15:10-15:30	관측치별 바이어스 활용 GPS/Galileo PPP 모호정수 결정 기술개발 최병규*, 김기민, 손동효, 노경민, 박은서, 홍준석, 정종균 (한국천문연구원)
B3-4	15:30-15:50	고위도 전리층 교란 환경에서 반송파 정밀측위를 위한 신뢰성 높은 사이클 슬립 검출 기법 이예빈, 박병운*(세종대학교)
B4 ▶ 육상 해상 응용		**좌장 : 서흥석(마이크로인피니티)**
B4-1	16:10-16:30	라이다 기반 차량 점유 체적 분석을 이용한 터널 내 GPS 신호생성시스템 성능 예측 및 향상에 관한 연구 김현수*, 권상형(기람테크), 염찬규(티에이엔지니어링), 이원우(한국도로공사)
B4-2	16:30-16:50	송신기 모델을 반영한 Genetic Algorithm 기반 eLoran 펄스 최적화 및 TOA 추정 성능 개선 이준영, 김의호*(홍익대학교)
B4-3	16:50-17:10	도심 GNSS 의사거리 이상치 검출을 위한 이웃 위성 간 Graph-Cut Random Sample Consensus 알고리즘 김태호, 박준교, 박병운*(세종대학교)
B4-4	17:10-17:30	보행자 도로망의 연결 구조를 이용한 PDR 기반 경로 추정 시스템 권재욱, 조성윤*(경일대학교)

제2발표장 [Day 4]

2026년 11월 6일(금)	크리스탈볼룸 2

B5 ▶ [OS] 학부생 논문경진대회 — 좌장 : 최수진(한국기술교육대학교)

B5-1	09:00-09:20	CYGNSS에서 GNOS-II 탑재 FengYun-3 위성군으로의 우주기반 GNSS-R 간섭 모니터링 확장 신지현, 손표웅*(충북대학교)
B5-2	09:20-09:40	달 남반구 중계통신을 위한 2기 NRHO 편대의 궤도 설계 및 유지 박민석, 김의호(홍익대학교)
B5-3	09:40-10:00	정수선형계획법을 이용한 Network RTK 감시망 면적 최대화 기법 김동욱, 이예빈, 조용래, 김주헌, 박인경, 박병운*(세종대학교), 김예린(국토지리정보원)
B5-4	10:00-10:20	상설감시국을 활용한 네트워크 RTK 보정정보 전국망 실시간 성능 감시 시스템 김주헌, 이예빈, 조용래, 박인경, 김동욱(세종대학교), 김예린(국토지리정보원), 박병운*(세종대학교)

B6 ▶ 관성 및 복합측위 (1) — 좌장 : 고요한(LIG D&A)

B6-1	10:40-11:00	저궤도 위성용 GNSS/INS 통합을 위한 계단식 분산연합형 칼만필터의 설계기법 및 성능분석 송기원*, 박용희, 박진모, 정진호(두시텍)
B6-2	11:00-11:20	공중 전달정렬을 위한 항공기와의 시각동기 기법 개발 및 시험평가 김천중*, 유해성, 오주현, 이인섭(국방과학연구소)
B6-3	11:20-11:40	회전 지능탄의 IMU 오차 분석 이영혁*, 임준수, 이예림, 유정수, 김세환, 박흥원(파이버프로)
B6-4	11:40-12:00	V2V-LiDAR-Camera 융합을 통한 차량 위치 추정 기법 강인식, 원종훈*(인하대학교)

B7 ▶ 관성 및 복합측위 (2) — 좌장 : 박준민(충남대학교)

B7-1	13:30-13:50	주행 복잡도에 따른 관성항법장치 동적 오차 분포와 정적 규격의 차이 분석 최민혁*, 윤석창, 권영서, 장은성(LIG 디펜스&에어로스페이스)
B7-2	13:50-14:10	적응형 속도적분 측정치를 이용한 공중 전달정렬 기법 이형섭*, 정순규, 성창기(국방과학연구소)
B7-3	14:10-14:30	국부 항법을 위한 체비셰프 다항식 기반 관성항법 설계 서주영*, 한경준, 박병수, 이형섭, 이근욱, 성창기(국방과학연구소)

제3발표장 [Day 3]

2026년 11월 5일(목)		크리스탈볼룸 3
C1 ▶ [OS] 다층궤도 PNT 산학연 워크숍 (1)		**좌장 : 김성우(우주항공청)**
C1-1	09:00-09:20	주기성 오차 보상을 통한 LEO Reduced-Dynamic Orbit Determination 정확도 향상 이형석*(인하대학교), 박관동(인하대학교, 피피솔)
C1-2	09:20-09:40	도심환경 LEO-PNT를 위한 Doppler 기반 Cycle-Slip 검출 및 반송파 위상 추적 강준현, 양두희, 강정완, 김선우*(한양대학교)
C1-3	09:40-10:00	LEO 수신 GNSS 측정치의 하향링크 전달에 의한 다층궤도 위성항법시스템의 성능 향상 방안 연구 이형근*(한국항공대학교)
C1-4	10:00-10:20	ISL을 갖는 LEO 위성의 On-Board RTK 궤도 결정 옹준호*, 김범수, 부성춘, 고요한(LIG 디펜스앤에어로스페이스)
C2 ▶ [OS] 다층궤도 PNT 산학연 워크숍 (2)		**좌장 : 소형민(국방과학연구소)**
C2-1	10:40-11:00	다층궤도 군집 위성항법시스템 개발 사업의 기획연구 소개 박희웅*, 임현수, 임정흠, 원대희, 이상택, 김대영(한국항공우주연구원)
C2-2	11:00-11:20	변조 방식에 따른 저궤도 항법 위성의 항법 신호 특성 분석 고요한*, 부성춘, 임재욱, 이수빈, 박종욱, 손용준(LIG 디펜스&에어로스페이스)
C2-3	11:20-11:40	LEO PNT 군집위성 임무운영에 관한 연구 임정흠*, 성재동(한국항공우주연구원)
C2-4	11:40-12:00	Multi-Layer PNT 체계 구현을 위한 LEO-PNT 핵심 요소기술 동향 및 향후 연구과제 박원우, 김현우, 이진아, 박인경, 김성익, 오지성, 박병운*(세종대학교)
C3 ▶ Multi-Layer PNT (1)		**좌장 : 신범주(한림대학교)**
C3-1	14:30-14:50	위상 평활화 코드의사거리 기반 QZSS 위성의 실시간 궤도결정 아키텍처 설계 및 검증 한승연*(인하대학교), 김영국(인하대학교, 피피솔), 림형진(피피솔), 박관동(인하대학교, 피피솔)
C3-2	14:50-15:10	Minimum Number of Visible Satellites for GPS-equivalent PNT Service Over Arctic Shipping Routes From LEO Sung-Woo Kim*, Byoung-Sun Lee, Minsang Ryu (Navigation and Communication Satellite Program, Satellite Directorate, KASA)
C3-3	15:10-15:30	대한민국 주권 PNT 기초 연구 이현중, 조민근, 원종훈*(인하대학교)
C3-4	15:30-15:50	Simulation and Testing of a C-Band LEO Constellation Using Skydel Custom Signals and Constellations Ryan Ranaivoharison*(Safran Electronics and Defense, Canada), Théo Carbillet(Safran Electronics and Defense, France), Petar Mitrev(Safran Electronics and Defense, Canada)
C4 ▶ Multi-Layer PNT (2)		**좌장 : 한가희(전자통신연구원)**
C4-1	16:10-16:30	Regulatory Contention in the 2483.5-2500 MHz Band Between Mobile-Satellite and Satellite Navigation Services: Implications for KPS Sung-Woo Kim*, Minsang Ryu, Byoung-Sun Lee(KASA)
C4-2	16:30-16:50	Xona Pulsar-like EFQPSK 신호 전력 증가에 따른 GNSS 신호 C/N_0 열화 분석 김수연, 홍형준, 원종훈*(인하대학교)
C4-3	16:50-17:10	LEO PNT 신호 호환성 분석을 위한 기초 연구 홍형준, 손진선, 원종훈*(인하대학교)
C4-4	17:10-17:30	C 대역 LEO PNT 신호 설계를 위한 인접대역 ITU 규제 분석 및 FMT 적용 방안 연구 이지원, 홍형준, 원종훈*(인하대학교)

제3발표장 [Day 4]

2026년 11월 6일(금)	크리스탈볼룸 3

C5 ▶ 실내항법 (1) — 좌장 : 유호영(충남대학교)

C5-1	09:00-09:20	고속수집기 기반 라디오맵 생성 및 실내 항법 성능 분석 유승현, 김보성, 신범주*(한림대학교)
C5-2	09:20-09:40	BLE 신호 감도로 인한 성능 편차를 극복한 실내위치기술 Jupiter 2.0 신동현, 유창수, 김태훈, 이택진*(TJLABS Corp.)
C5-3	09:40-10:00	BLE 채널 사운딩 기반 스마트폰 실내 위치 추정 시스템 조세정, 김보성, 신범주* (한림대학교)
C5-4	10:00-10:20	다양한 스마트폰 거치 자세를 위한 딥러닝 기반 차량 Dead Reckoning 기법 Li Shiyi, 김보성, 신범주*(한림대학교)

C6 ▶ 실내항법 (2) — 좌장 : 황유라(한국전자통신연구원)

C6-1	10:40-11:00	FLOW: BLE 신호 기반 공간 트래픽 분석 시스템 김태훈, 신동현, 유창수, 이택진*(티제이랩스)
C6-2	11:00-11:20	BLE Advertising 신호 기반 랜덤한 MAC 주소 매칭 알고리즘 및 재실 인원 추정 김해람, 최원영, 김보성, 신범주*(한림대학교)
C6-3	11:20-11:40	Turtlebot4 기반 자율탐사를 이용한 실내 위치 추정용 Radio Map 구축 박성민, 김종현, 김해람, 김보성, 신범주*(한림대학교)
C6-4	11:40-12:00	JUPITER: BLE 인프라 기반 지하주차장 실내 내비게이션 시스템 유창수, 신동현, 김태훈, 이택진*(티제이랩스)

C7 ▶ 스마트 디바이스 — 좌장 : 조성필(한국항공대학교)

C7-1	13:30-13:50	삼성 Exynos 칩셋의 GNSS 신호 지원 현황 및 현대화 신호 확장 유선경, 이효진, 신재창, 김우현, 조보근, 유원재, 박민혁, 정유민, 김정범* (삼성전자)
C7-2	13:50-14:10	단일 딥러닝 모델 기반 다중 사용자·다중 스마트폰 파지 환경의 PDR 이동 거리 및 방향 추정 김보성, 황재문, 신범주*(한림대학교)
C7-3	14:10-14:30	도심지 가시성 지도와 관성센서를 활용한 스마트폰 정확도 향상 연구 박준교(세종대학교), 윤영선, 박해성(SK텔레콤), 박병운*(세종대학교)
C7-4	14:30-14:50	스마트폰 GNSS-RTK 측위 성능 향상을 위한 기준위성 선택 및 재매개변수화 기법 이종성*, 박봉규(인하대학교), 김미소, 박관동(인하대학교, 피피솔)

제4발표장 [Day 3]

2026년 11월 5일(목)		샤롯데 룸
D1 ▶ [OS] 미래항법을 위한 국내 시간주파수 기술 현황 (1)		**좌장 : 홍현규(한국표준과학연구원)**
D1-1	09:00-09:20	Development of High-Precision Rubidium Atomic Clocks for K-PNT Bonyoung Lee, Seungmin Lee, Hwa-Young Jung(LIG Defense&Aerospace), Hyun-Gue Hong(Korea Research Institute of Standards and Science), Dongsik Kim*(LIG Defense&Aerospace)
D1-2	09:20-09:40	고성능 CSAC 실험실 모델을 위한 저잡음 제어 시스템 설계 및 레이저 주파수 요동 분석 이상민*, 황규종, 서정국, 최동희(마이크로인피니티)
D1-3	09:40-10:00	차세대 TWSTFT를 위한 BOC 변조 기반 시각비교용 신호 설계 이주현, 이준효, 오주익, 최경원, 이종구, 양성훈, 현민지, 유대혁, 허명선, 이영규*(한국표준과학연구원)
D1-4	10:00-10:20	eLoran 시각 서비스를 위한 정밀 ASF 측정 시스템 개발 김영기, 한영훈, 황태현, 서기열*(선박해양플랜트연구소)
D2 ▶ [OS] 미래항법을 위한 국내 시간주파수 기술 현황 (2)		**좌장 : 홍현규(한국표준과학연구원)**
D2-1	10:40-11:00	머신러닝을 이용한 앙상블 시각 성능 분석 유동희(부산가톨릭대학교), 이주현, 이준효, 오주익, 현민지, 최숙, 이영규, 양성훈, 허명선*(한국표준과학연구원)
D2-2	11:00-11:20	경사지구동기궤도위성 기반 양방향시각주파수전송의 링크버짓 분석 이준효, 오주익, 이주현, 양성훈, 이영규*(한국표준과학연구원)
D3 ▶ [OS] Asian PNT (1)		**좌장 : 박관동(인하대학교)**
D3-1	14:30-14:50	Deep Learning-Based Prediction of Orbit and Clock Bias for LEO Satellites Haibo Ge, Tianhao Wu, and Bofeng Li(Tongji University)
D3-2	14:50-15:10	Development of a Lunar Navigation Signal Simulator Incorporating Realistic Error Models for Positioning Performance Evaluation on the Lunar Surface Rion Sobukawa and Takuji Ebinuma(Chubu University)
D3-3	15:10-15:30	Seamless PNT Research Center: Toward Resilient and Ubiquitous Positioning, Navigation, and Timing Nobuaki Kubo(Tokyo University of Marine Science and Technology, TUMSAT)
D3-4	15:30-15:50	PocketSDR-Based GNSS Receiver and CRPA Technologies for Resilient PNT Oide Yo, Nobuaki Kubo, Tomoji Takasu(Tokyo University of Marine Science and Technology, TUMSAT)
D4 ▶ [OS] Asian PNT (2)		**좌장 : 허문범(한국항공우주연구원)**
D4-1	16:10-16:30	GNSS Signal-in-space Structural Specialty Utilization Xingqun Zhan(Shanghai Jiao Tong University)
D4-2	16:30-16:50	
D4-3	16:50-17:10	
D4-4	17:10-17:30	

제4발표장 [Day 4]

2026년 11월 6일(금)		샤롯데룸
D5 ▶ 천문·심우주 응용 (1)		**좌장 : 최병규(한국천문연구원)**
D5-1	09:00-09:20	한국형 달 항법위성시스템 후보궤도 기반 AFS 신호의 송수신 링크버짓 분석 공성욱, 유재덕, 유승수, 지규인, 김선용*(건국대학교)
D5-2	09:20-09:40	한국형 달 성상 설계를 위한 궤도 안정성 사전 필터 및 최적화 알고리즘 비교 분석 김예리, 공성욱, 유재덕, 유승수, 지규인, 김선용*(건국대학교)
D5-3	09:40-10:00	누리호 비행에서 위성항법수신기의 동작 비교 권병문*, 신용설, 마근수(한국항공우주연구원)
D5-4	10:00-10:20	Lunar PNT 위성군 기반 달 남극에서의 사용자 항법 성능 분석 성민석, 조민근, 원종훈*(인하대학교)
D6 ▶ 천문·심우주 응용 (2)		**좌장 : 정종균(한국천문연구원)**
D6-1	10:40-11:00	달 환경 GNSS 수신기를 위한 3차원 상관기의 동기 적산 시간 상한 분석: LuGRE E5a 대역 원시 표본 기반 검증 유재덕, 김장원, 유승수, 지규인, 김선용*(건국대학교)
D6-2	11:00-11:20	초기 달 위성항법 서비스를 위한 단일 항법위성 기반 측위시스템의 개념 설계 및 성능 분석 박현지, 김오종*(세종대학교 우주항공시스템공학과)
D6-3	11:20-11:40	달 탐사 로버 환경 구축을 위한 Lunar Environment Simulation 기법 연구 양욱진, 원종훈*(인하대학교)
D6-4	11:40-12:00	달 위성항법 시스템의 기준국 시각 동기화와 위성 궤도 및 시각 오차 추정 이다연, 정다님, 김의호*(홍익대학교)
D7 ▶ 자율주행 및 무인항법		**좌장 : 김의호(홍익대학교)**
D7-1	13:30-13:50	캠퍼스 자율주행 전동 카트의 경로 추종 제어기 비교 연구 오동현, 손동규, 임준수, 켈라디 모하메드, 김청훈, 김진성*(배재대학교)
D7-2	13:50-14:10	다중 과거 궤적 보정을 이용한 종단간 자율주행 모델의 시간적 일관성 개선 김성준, 공승현*(한국과학기술원)
D7-3	14:10-14:30	실제 궤적 기반 데이터 증강을 이용한 VLA 모델의 언어 조건부 차선변경 학습 박주언, 공승현*(한국과학기술원)
D7-4	14:30-14:50	LEO-PNT 항법 성능 평가를 위한 디지털트윈-HILS 시뮬레이션 환경 구축 오민식, 공병휘, 김홍석*(웨이파인더 스페이스)

제5발표장 [Day 3]

2026년 11월 5일(목)		펄룸
E1 ▶ 전파교란 대응 기술 (1)		**좌장 : 박귀우(덕산넵코어스)**
E1-1	09:00-09:20	S-대역 내 상호 운용성 및 주요 영향 요인 분석 최병현*, 조상재, 이기훈(국방과학연구소), 김새결, 김범수, 부성춘(LIG 디펜스&에어로스페이스)
E1-2	09:20-09:40	Performance Verification of the Blind Adaptive Beamforming Based on Orthogonal Projections for Robust GNSS Navigation Jeongwoo Han*(Danam Systems Inc.)
E1-3	09:40-10:00	SDR 기반 실신호 결합 GNSS 기만·교란 전도시험 환경 구축 및 기능 검증 배진희, 손표웅*(충북대학교)
E1-4	10:00-10:20	CORS 관측자료 기반 실시간·후처리 GNSS 재밍 및 스푸핑 탐지 알고리즘 최형욱, 손표웅*(충북대학교)
E2 ▶ 전파교란 대응 기술 (2)		**좌장 : 이상욱(한국전자통신연구원)**
E2-1	10:40-11:00	항재밍 GNSS와 롤 각속도 센서를 이용한 회전체의 롤각 추정 성능 분석 이예림, 이영혁, 임준수, 유정수, 김세환, 박흥원*(파이버프로)
E2-2	11:00-11:20	Data and System Requirements for LEO-Based Geolocation of Terrestrial GNSS Jammers: A Technique-Based Analysis Cheol-Hyeong Ahn, Pyo-Woong Son*(Chungbuk National University)
E2-3	11:20-11:40	CORS 관측자료를 이용한 AIS/ADS-B 기반 GNSS 전파간섭 후보 교차 검증 박상현, 손표웅*(충북대학교)
E2-4	11:40-12:00	MOSA 기반 PNT 시스템 개발을 위한 pntOS 아키텍처 분석 및 Cobra 활용 연구 박병수*, 성창기, 박우성, 우남규, 이상우(국방과학연구소)
E3 ▶ 보강시스템 (1)		**좌장 : 이병석(한국항공우주연구원)**
E3-1	14:30-14:50	WAD-RNSS의 위성 궤도 결정 및 예측 상태 감시 기법 우지연, 최증원, 박영일, 이상진, 김선진, 정희수, 이기훈(국방과학연구소), 김동욱*(국방과학연구소, 과학기술연합대학원대학교)
E3-2	14:50-15:10	한반도 지역 위성별 경사 전리층 지연 보정 모델 성능 분석 유주영, 방유진*(경상국립대학교)
E3-3	15:10-15:30	실시간 KPOP: 다중위성항법시스템 초신속궤도력 생성 및 위성별, 이온층, 대류권 오차의 상태공간 표현 모델링 김영국(피피솔, 인하대학교), 림형진(피피솔), 박관동*(피피솔, 인하대학교), 성호준, 김현수(피피솔), 설윤환, 전영우, 심이주, 하지현(피피솔, 인하대학교)
E3-4	15:30-15:50	다중 SBAS 보정정보 특성 분석 및 결합 측위 모델 검토 김태호, 이진아(세종대학교), 안우근, 장석원, 우남규(국방과학연구소), 박병운*(세종대학교)
E4 ▶ 보강시스템 (2)		**좌장 : 김정래(한국항공대학교)**
E4-1	16:10-16:30	상시관측소 수신기 DCB 실시간 추정 알고리즘 개발 전영우*(인하대학교), 박관동(인하대학교, 피피솔)
E4-2	16:30-16:50	Legacy L1 및 Dual-Frequency SBAS 보정정보를 활용한 Ionosphere-Weighted Model 기반 사용자 알고리즘 제안 및 성능 검증 이진아, 조용래, 박병운*(세종대학교)
E4-3	16:50-17:10	반송파 기반 정밀측위 네트워크의 고장 감시 기법 및 아키텍처 선행 연구 조사 김유진, 김의호*(홍익대학교)
E4-4	17:10-17:30	위성 가시성 변화에 따른 다중 GNSS와 SBAS의 성능 비교 김나현, 박귀우*(덕산넵코어스)

제5발표장 [Day 4]

2026년 11월 6일(금)	펄룸

E5 ▶ 수신기와 안테나 — 좌장 : 박귀우(덕산넵코어스)

E5-1	09:00-09:20	고효율 특성을 갖는 광대역 원형 배열 안테나 제작 및 성능 시험 엄순영*, 신천식(한국전자통신연구원)
E5-2	09:20-09:40	항재밍 위성항법장치용 FPC 기반 4소자 소형 원통형 배열 안테나 설계 및 시험평가 임준수, 이영혁, 이예림, 유정수, 김세환, 박흥원*(파이버프로)
E5-3	09:40-10:00	상대 자세 변화를 이용한 도래각 추정의 고각 모호성 판별 기법 고영준, 백성열, 김서영, 오왕록*(충남대학교)
E5-4	10:00-10:20	낮은 복잡도의 HPBW 기반 2단계 탐색 2차원 도래각 추정 기법 김서영, 백성열, 고영준, 오왕록*(충남대학교)

E6 ▶ 신호처리 — 좌장 : 서흥석(마이크로인피니티)

E6-1	10:40-11:00	GEO L1 C/A 신호에서 상호 상관 간섭으로 인한 코드 추적 루프 왜곡 분석 최윤섭, 서흥석, 김영백*(마이크로인피니티)
E6-2	11:00-11:20	GNSS 시뮬레이터를 이용한 GNSS 수신기의 롤 회전각 측정 성능 검증 전승환*, 박귀우(덕산넵코어스)
E6-3	11:20-11:40	위성항법 측위 품질 기반 잔차 학습 신경망을 이용한 차량 속도 보정 추측 항법 방법 이지환, 유원혁*(씨너렉스 기술연구소)
E6-4	11:40-12:00	GPS 위성의 Flex Power 전환 시점 탐지와 위성 OSB 변동 분석 심이주*, 최병규, 손동효, 홍준석, 정종균(한국천문연구원)

E7 ▶ 신호 및 타이밍 — 좌장 : 김오종(세종대학교)

E7-1	13:30-13:50	NavIC L5/S 대역 SPS 실측 신호에 관한 분석 김장원, 유재덕, 공성욱, 유승수, 지규인, 김선용*(건국대학교)
E7-2	13:50-14:10	시각 동기화 기법에 따른 저가형 GNSS 수신기의 동적 측위 결과 비교 안우진, 이유진, 하준수, 이형근*(한국항공대학교)
E7-3	14:10-14:30	차세대 RNSS 항법메시지 설계를 위한 QZSS 항법 오차 성분 분석 송재오, 김도훈, 곽민상, 유호영*(충남대학교)
E7-4	14:30-14:50	TWSTFT 업링크 신호를 위한 자기상관 기반 PRN 코드 설계 하은지, 안재민*(충남대학교)

제6발표장 [Day 3]

2026년 11월 5일(목)		루비룸
F1 ▶ [OS] 회전형 관성항법장치 항법 기술		**좌장 : 유기정(국방과학연구소)**
F1-1	09:00-09:20	원더각 기준계와 국부수평 항법 기준계의 극지에서 성능 비교 박찬주*, 조민수, 박우성, 유기정(국방과학연구소)
F1-2	09:20-09:40	회전형 관성항법장치의 정지시간이 시간변화 오차에 미치는 영향 분석 조민수, 박찬주*, 박우성, 유기정(국방과학연구소)
F1-3	09:40-10:00	GNSS 수신 불가 환경에서 관성항법장치 정박 정렬 알고리즘 간 성능 비교 류경돈, 박찬주*, 박우성, 유기정(국방과학연구소)
F1-4	10:00-10:20	해상환경을 고려한 관성항법장치 정렬 알고리즘 이창현, 윤성진, 이진승, 류경돈, 유기정, 이태규*(국방과학연구소)
F2 ▶ [OS] 회전형 관성항법장치 센서 기술		**좌장 : 김현석(국방과학연구소)**
F2-1	10:40-11:00	회전형 항법장치 가속도계 비정렬 오차 특성 이윤선*, 유기정, 박우성(국방과학연구소)
F2-2	11:00-11:20	1-mil급 항법장치용 링레이저 자이로스코프 음극 연구 윤성진*, 이진승, 류경돈, 이창현(국방과학연구소)
F2-3	11:20-11:40	링레이저 자이로의 자기차폐 구조에 대한 해석 박우성*, 이진승, 유기정(국방과학연구소)
F3 ▶ [OS] 국내 항법 기술동향 (1)		**좌장 : 김광진(한화에어로스페이스)**
F3-1	14:30-14:50	대한민국 항법기술 30년, 그리고 미래 김광진*(한화에어로스페이스), 박찬국(서울대학교)
F3-2	14:50-15:10	Ground Coverage Performance Analysis of a GEO Ka-Band Reflector Antenna Under Beam Pointing Errors and Its Potential Applicability to Regional Navigation Augmentation and Time Transfer Miri Shin, Jong Seok Park(KARI), Seungkeun Kim*(Chungnam National University)
F3-3	15:10-15:30	ICP를 이용한 영상기반 지형대조항법의 고고도 비행 실증 한경준*, 김태윤(국방과학연구소)
F3-4	15:30-15:50	객체 인지정보를 활용한 자율시스템 항법기술 이한열, 박찬국*(서울대학교)
F4 ▶ [OS] 국내 항법 기술동향 (2)		**좌장 : 조성윤(경일대학교)**
F4-1	16:10-16:30	수동 방위각 표적추적을 위한 조건부 흐름 정합 기반 물리 제약 보조 입자필터 설계 강창호, 최지훈(세종대학교), 김선영*(국립군산대학교)
F4-2	16:30-16:50	GPS 음영지역 항법기술 현황 및 향후 발전 방향 조성윤*(경일대학교), 채명석(나브인랩스), 권재욱(경일대학교), 전용수(나브인랩스)
F4-3	16:50-17:10	이동 플랫폼 무인기 착륙을 위한 관측 가능 생존영역 기반 학습-모델 융합 제어 구조 설계 김선영(군산대학교), 최지훈, 강창호*(세종대학교)
F4-4	17:10-17:30	정보융합을 위한 양자 알고리즘의 연구 현황 최영권*(강원대학교)

제6발표장 [Day 4]

2026년 11월 6일(금)		루비룸
F5 ▶ [OS] Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술의 국내외 현황 (1)		**좌장 : 박병운(세종대학교)**
F5-1	09:00-09:20	Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술별 국내외 기술 동향 김성익, 오지성, 박병운*(세종대학교)
F5-2	09:20-09:40	Lunar PNT를 위한 소형 원자시계 개발 동향 및 국내기술 현황 홍현규*, 강세지, 현민지(한국표준과학연구원)
F5-3	09:40-10:00	Development Plan for the Korean Lunar Communications and Navigation Satellite Jaehong Park*(Space Science Program, KASA)
F6 ▶ [OS] Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술의 국내외 현황 (2)		**좌장 : 박병운(세종대학교)**
F6-1	10:40-11:00	추정 오차 간 상관성을 고려한 ISL 기반 달 항법 위성 궤도 결정 오지성, 김성익, 박병운*(세종대학교)
F6-2	11:00-11:20	달 위성항법시스템의 CFO 위성을 위한 궤도결정 보조 시각동기 알고리즘 박승현, 서지원*(연세대학교)
F6-3	11:20-11:40	Lunar PNT 초소형 항법위성 설계 및 AOCS 지상실험용 동적 시뮬레이터 구축 박유현, 홍재우(세종대학교), 임형구(LIG 디펜스&에어로스페이스), 박혜원(한국항공우주연구원), 김오종*(세종대학교)
F6-4	11:40-12:00	달 남극부 표면 탐사 및 착륙 지원을 위한 Lunar PNT 사용자 측위 기술 정다님, 김의호*(홍익대학교)
F7 ▶ 위성/원격탐사		**좌장 : 최헌호(한국항공우주연구원)**
F7-1	13:30-13:50	QZSS 방송궤도력의 장기간 오차 변화 분석 김용래, 김도형(한국항공대학교), 박종원, 김규민(LIG 디펜스&에어로스페이스), 김정래*(한국항공대학교)
F7-2	13:50-14:10	GPS 항법메시지 품질 평가 및 이상치 데이터 필터링 방안 연구 신재창, 유선경, 김정범*(삼성전자)
F7-3	14:10-14:30	LEO 위성용 GNSS 전파 엄폐 테스트베드 개발 이현우, 박해동, 유호영* (충남대학교)
F7-4	14:30-14:50	Sharpness Parameter를 사용한 GNSS-RO 대기경계층고도 산출 품질관리 평가 박종현, 박지혁, 장재희, 이지윤*(한국과학기술원)

제7발표장 [Day 3]

2026년 11월 5일(목)		제이드룸
G4 ▶ ICT 응용		좌장 : 임철순(LIG D&A)
G4-1	16:10-16:30	장기 좌표시계열 분석을 통한 동일본 대지진 15년 경과 한반도 PSD 계수 추정 노남우*, 김준성, 하지현(인하대학교), 박관동(인하대학교, 피피솔)
G4-2	16:30-16:50	공간 보간 및 육각 그리드 필터링 기반의 크라우드소싱 Wi-Fi 전파맵 보정 및 VAP 추정 기법 이채원, 박연석, 박찬영, 양문영, 최동욱*(KT)
G4-3	16:50-17:10	생성형 AI를 활용한 항법 소프트웨어 개발 프로세스 자동화 및 적용 이수민*, 곽민규(마이크로인피니티)
G4-3	17:10-17:30	항법장비 연동시험을 위한 IDL 필드 변화율 기반 메시지 상태 변화 선별 기법 황선우*(LIG 디펜스앤에어로스페이스)

제7발표장 [Day 4]

2026년 11월 6일(금)		에메럴드룸
G5 ▶ 대체항법		좌장 : 방유진(경상국립대학교)
G5-1	09:00-09:20	예측 기반 시간적 ASF 보정정보의 갱신 주기에 따른 eLoran 측위 성능 분석 송준우, 서지원*(연세대학교)
G5-2	09:20-09:40	수신기 클록 주파수 오프셋 추정을 통한 eLoran SDR의 TOA 안정도 개선 손가연, 손표웅*(충북대학교)
G5-3	09:40-10:00	일괄처리방식 지형대조항법을 위한 학습기반 위치 추정 신뢰도 평가 기법 오주현, 김성중, 성창기(국방과학연구소), 박준민*(충남대학교)
G5-4	10:00-10:20	
G6 ▶ AI 및 머신러닝 기반 항법기술 (1)		좌장 : 손표웅(충북대학교)
G6-1	10:40-11:00	물리정보 신경망을 이용한 비행 중 정압포트 측정오차의 회귀분석 김성중*, 최우석, 이인섭, 김태윤, 오주현, 성창기(국방과학연구소)
G6-2	11:00-11:20	UAV 응용을 위한 온디바이스 객체 탐지용 HILS 플랫폼 설계 및 구현 박종현, 김진석, 박민정, 최동희*(마이크로인피니티)
G6-3	11:20-11:40	환경 맥락 기반 스마트폰 GNSS 측정치 품질 추정 김민성, 김민찬, 남기훈, 이지윤*(한국과학기술원)
G6-4	11:40-12:00	End-to-End 자율주행 레이싱 강화학습 정책의 학습 안정화를 위한 MPC 기반 보정 손실 박종우, 이용하, 원종훈*(인하대학교)
G7 ▶ AI 및 머신러닝 기반 항법기술 (2)		좌장 : 이용준(한국전자통신연구원)
G7-1	13:30-13:50	영상 기반 차선정보를 이용한 차량 주행궤적의 횡방향 오차 보정 사의환, 최경수, 이정욱(한국자동차연구원), 이사현(한국도로공사), 김성진*(한국자동차연구원)
G7-2	13:50-14:10	양방향 통신 지연 환경에서의 달 로버 원격조종을 위한 지형 인지형 잔차 강화학습 기법 김성연, 강인식, 원종훈*(인하대학교)
G7-3	14:10-14:30	레이블 노이즈에 강건한 GCE 기반 GNSS 신호 수신 환경 분류 김상현, 서지원*(연세대학교)
G7-4	14:30-14:50	고속 End-to-End 자율주행 레이싱 에이전트 강화학습 보상함수 설계 이용하, 김용준, 원종훈*(인하대학교)

포스터발표 프로그램

2026년 11월 5일(목) 13:30-14:30	에메럴드룸
PS-01	ISL 기반 LEO 위성군에 따른 RNSS 성능 분석 시뮬레이션 설계 양승규*, 장진혁, 이철수(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-02	LEO PNT 위성용 Inter-Satellite-Link 기반 궤도 추정 칼만필터 기초 연구 이재현, 조민근, 정유나, 양욱진, 원종훈*(인하대학교)
PS-03	다중위성군 다중주파수 GNSS 신호 시뮬레이터 확장을 통한 LEO PNT End-to-End 통합 시뮬레이터 개발 이현중, 홍형준, 손진선, 정유나, 원종훈*(인하대학교)
PS-04	회전익 항공기 탑재 유도탄 초기정렬 평가를 위한 진동시험 구성 및 계측 방법 이태훈*, 문상찬, 안태동(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-05	유한요소해석 기반 관성측정기용 방진기의 진동 응답 특성 및 온도 물성 불확실성을 고려한 공진 민감도 평가 최예빈*, 문상찬, 안태동(LIG 디펜스&에어로스페이스), 성창기, 한경준(국방과학연구소)
PS-06	연속 발사 환경의 발사대 진동 계측을 위한 시험 구성 방안 최은철*, 문상찬, 안태동(LIG 디펜스&에어로스페이스), 박병수, 이형섭(국방과학연구소)
PS-07	항법급 가속도계의 제어 회로(박막/후막)별 공정에 따른 성능 비교 고찰 강민식*, 강두영, 박승범, 김영혁(풍산FNS), 이윤선(국방과학연구소)
PS-08	관성항법시스템을 위한 IMU 코닝 및 스컬링 보상 알고리즘의 구현 및 검증 김다애*, 안태동, 홍현욱, 이용, 강성현, 이수용(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-09	통합항법장치 동적 Hot Start 및 통합항법 시험평가 김상식*, 김현기(한화에어로스페이스)
PS-10	함상 전달정렬을 위한 칼만필터 상태변수 구성에 따른 성능 분석 이수용*, 안태동, 홍현욱, 이용, 강성현, 김다애(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-11	재사용발사체의 연착륙을 위한 다중센서 융합 기반 항법장치 설계 채명석, 전용수(나브인랩스), 조성윤*(나브인랩스, 경일대학교), 신용설(한국항공우주연구원)
PS-12	항재밍 GNSS 수신기의 Hot Start 시험을 위한 시험 장비 설계 및 제작 구떠올라*, 공태령, 윤민선(단암시스템즈), 임재석, 유순식(한화에어로스페이스)
PS-13	이중 안테나 기반 GNSS 위성군 분리 수신 구조 활용 회전체 롤 자세 추정 김종헌*, 윤석현(단암시스템즈)
PS-14	포발사 유도탄의 항법 시스템 개발을 위한 기술적 고찰 김준형*, 배정태(한화에어로스페이스)
PS-15	실제 해양 환경에서의 함상 Flexure 영향 분석 이용*, 안태동, 홍현욱, 강성현, 김다애, 이수용(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-16	관성측정기 신호 모사를 위한 유연 날개 항공기 모델 개발 정순규, 이형섭, 한경준*(국방과학연구소)
PS-17	위성항법 시스템 신뢰도 향상을 위한 장비 이중화 구조 설계 최증원, 박영일, 이상진, 김선진, 우지연, 정희수, 이기훈(국방과학연구소), 모시현, 임재욱(LIG 디펜스&에어로스페이스), 김동욱*(국방과학연구소, 과학기술연합대학원대학교)
PS-18	MEMS 관성측정기 장기 안정성 평가 방법 연구 홍정근*, 배정태(한화에어로스페이스)

2026년 11월 5일(목) 13:30-14:30	에메럴드룸
PS-19	오복구 억제를 위한 다중주파수 기반 사이클슬립 복구의 신뢰성 검증 김수경*, 부성춘, 임재욱, 박다나(LIG 디펜스&에어로스페이스), 김동욱, 정희수(국방과학연구소)
PS-20	다중 GNSS 감시국 관측자료를 이용한 MRCC 고장 검출 성능 분석 김수열*, 부성춘, 임재욱, 김수경(LIG 디펜스&에어로스페이스), 김동욱, 김선진(국방과학연구소)
PS-21	전리층 활동기 환경에서의 한국지역 내 Klobuchar 모델 성능 분석 및 개선 방향 박다나*, 고요한, 부성춘, 김수경, 옹준호(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-22	갈릴레오 E1-B I/NAV의 RS-CED를 이용한 Time-to-CED 단축 성능 평가 박종민*, 홍진석(단암시스템즈)
PS-23	차량 주행 환경에서 GPS 단독측위 대비 SBAS 보강 적용에 따른 위치 정확도 성능 분석 박진영*, 장경호, 김진홍, 이승호(아이옵스)
PS-24	재사용 발사체 탑재 위성항법 안테나 가시성 분석 김태영, 박미르, 한정민, 김현석(수원대학교), 김연실, 조암, 신용설, 황수설(한국항공우주연구원), 송준솔*(수원대학교)
PS-25	MCMF 단일수신기 위치결정 및 전리층 지연 추정 알고리즘 성능 분석 신성엽, 박재영, 박찬수, 이진실, 안종선*(한국항공우주연구원)
PS-26	하드웨어 GNSS 수신기 기반 GPS/Galileo 이중주파수 전리층 보정 기법 구현 및 성능 비교 유병진*, 정현호, 김일규, 서흥석(마이크로인피니티), 장석원, 안우근(국방과학연구소)
PS-27	위성 간 의사거리 잔차 일관성 그래프를 이용한 도심 GNSS 측위 성능 향상 기법 이승재, 서지원*(연세대학교)
PS-28	SBAS 보정서비스 비가용 환경에서 GPS/Galileo 통합항법 성능 평가 이태섭*, 최민용, 김일규, 서흥석(마이크로인피니티)
PS-29	위성항법시스템의 국외 감시국 구축을 위한 사이트 조사 절차 및 실무적 고려사항 정태기*, 이철수, 이찬희(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-30	임베디드 GNSS 수신기 기반 Galileo NTCM-G 구현 및 실시간 성능 검증 최민용*, 김일규, 서흥석(마이크로인피니티)
PS-31	항법탑재체 설계 및 검증을 위한 통합 성능 분석 도구 개발 한가희*, 강동훈, 송영진, 유문희, 이상욱, 황유라(한국전자통신연구원)
PS-32	교량 신축이음부 자동 탐지를 위한 차량 항법 시스템 개발에 관한 연구 최경수, 사의환, 김성진*(한국자동차연구원), 이사현(한국도로공사)
PS-33	다중 에이전트 상대 측위를 위한 UWB 기반 TWR 모듈 구현 전용수(나브인랩스), 권재욱(경일대학교), 채명석(나브인랩스), 조성윤*(나브인랩스, 경일대학교)
PS-34	항재밍 위성항법장치의 KASS 적용에 따른 동적 위치 정확도 분석 김현기*, 김민재(한화에어로스페이스)
PS-35	한국형 항공위성 서비스(KASS) 지상기반시설 운영 현황 분석 박소라*, 박건환, 최석락, 손민혁, 이병석(한국항공우주연구원)
PS-36	GK-3 SBAS 탑재체 지상 검증용 실시간 SBAS 메시지 전송 장치 구현 주인원*, 신천식(한국전자통신연구원)
PS-37	스푸핑 대응을 위한 항법 메시지 인증 현황 및 처리 구조에 관한 연구 김일규*, 서흥석(마이크로인피니티)

2026년 11월 5일(목) 13:30-14:30	에메럴드룸
PS-38	Performance Comparison Between DCB and ISC Correction of GPS L5 Signal for L5 Positioning Namkyu Woo*, Suk Won Jang, Seungwoo Seo, Woogeun Ahn(Agency of Defense Development), Taeho Kim, Byungwoon Park(Sejong University)
PS-39	약신호 환경에서의 위성항법 수신기 신호획득 성능 개선을 위한 전력 적산횟수 최적화 연구 이동주*(단암시스템즈)
PS-40	터널 내 GNSS 신호 생성기 최대 허용 배치 간격 연구 고건원, 조민근, 이현중, 홍형준(인하대학교), 이웅호(IDCITI), 원종훈*(인하대학교)
PS-41	배열안테나 기반의 널링(Nulling) 장치에 대한 실내 성능 점검시스템 제안 민지윤(마이크로인피니티), 김성엽(스냅컴), 조성한(마이크로인피니티), 조종철*(스냅컴)
PS-42	BeiDou 위성의 궤도 유형별 방송궤도력 정확도 장기간 변화 분석 김도형, 김용래(한국항공대학교), 박종원, 김규민(LIG 디펜스&에어로스페이스), 김정래*(한국항공대학교)
PS-43	QZSS와 BDS 전리층 모델의 장기간 정확도 변화 분석 김수빈, 김용래, 김정래*(한국항공대학교)
PS-44	Enabling Navigation Satellite Operation Automation: Porting Lua to VxWorks 7 on the GR740 Processor Su-Hyun Park*(Satellite & Space Exploration Research Directorate, KARI)
PS-45	항법 탑재체의 장기 성능평가를 위한 검증용 수신기 실시간 신호처리 구조 및 통계분석 방안 설계 송영진*, 한가희, 강동훈, 이상욱, 황유라(한국전자통신연구원)
PS-46	GK3 위성 SBAS 탑재체 성능적합증명에 관한 연구 신천식, 엄순영*(한국전자통신연구원)
PS-47	한국형 위성항법시스템 검증 및 입증을 위한 유럽 우주시스템 규정 검토 정환호*, 김찬송, 박열, 배진(한국항공우주연구원)
PS-48	강화학습 기반 보행자 밀집 환경에서의 모바일 로봇 자율주행 연구 김지섭, 김예린, 이용하, 원종훈*(인하대학교)
PS-49	소형 무인이동체용 GNSS 항재밍 장치의 설계 및 개발 백도현*, 윤석현(단암시스템즈)
PS-50	저속 자율 이동 플랫폼을 위한 StreamPETR 기반 근거리 보행자 3차원 위치 및 상대속도 추정 연구 최재원, 윤서연, 강인식, 원종훈*(인하대학교)
PS-51	GNSS 수신기를 위한 AD9310을 활용한 다중 대역 RF 소형화 개념 연구 강승민*, 박대영, 이상윤, 김지훈, 김정현(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-52	OFFT 기반의 GNSS 간섭신호 제거 필터를 위한 윈도우 함수 분석 이영찬*, 강행익, 김민수, 정준우, 원현희, 이소혜(LIG 디펜스&에어로스페이스), 서승우 (국방과학연구소)
PS-53	자동 이득 제어를 이용한 고 동적 범위 다중대역 GNSS 수신기의 시스템 링크 버짓 분석 현진원*, 김민수, 원현희, 정준우, 고종규, 강승민, 임형준(LIG 디펜스&에어로스페이스), 서승우(국방과학연구소)
PS-54	An Elegant Workaround for the Right-Hand Rule Violation in Elevation-Azimuth Beamforming Frames: A Quaternion-Based Mirror Transformation Approach Suktae Kang*(Agency for Defense Development), Hyun Hee Won, Seung Min Kang, Young Chan Lee, JunWoo Jung(LIG Defense & Aerospace), Woogun Ahn (Agency for Defense Development)
PS-55	소형 드론 탑재용 항재밍 장치 전자기전 환경 성능 평가 김민재*, 배정태(한화에어로스페이스)

2026년 11월 5일(목) 13:30-14:30	에메럴드룸
PS-56	Development of Gun-hardened, SWaP-C Anti-jamming GNSS Receiver Jeong Won Kim*, Hyun Ki Kim, Jun Hyung Kim(Hanwha Aerospace)
PS-57	중앙 소자를 포함한 원형 안테나 배열의 Butler Matrix 전도시험과 평면파 입사 간 공간 응답 불일치 분석 김진건, 윤민선*(단암시스템즈)
PS-58	무인기 탑재용 저-SWaP GNSS 항재밍 장치의 성능지표 정의 및 비교 분석 이성현*, 박용현(스냅컴), 유병학(마이크로인피니티), 조종철(스냅컴)
PS-59	GNSS 주파수 대역의 전파환경 실측정 및 분석 홍형준, 손진선, 정유나, 원종훈*(인하대학교)
PS-60	GPS 관측값을 사용한 동역학 모델 기반 저궤도 위성의 단기 궤도결정 성능 분석 김범수*, 박세림, 하승원, 임재욱(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-61	저궤도 위성의 고속 도플러 변이 이용한 항재밍 기법 배정태*, 홍정근(한화에어로스페이스)
PS-62	LEO-PNT 시스템을 위한 UHF 및 S-band 항법신호의 지상 송수신 및 거리측정 특성 비교 분석 이주환, 정인아, 김오종*(세종대학교)
PS-63	LEO PNT 신호에 대한 무선환경에서의 SDR 기반 성능 분석 하승원*, 고요한, 부성춘, 임재욱, 이수빈, 김범수(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-64	유도무기 실시간성 확보를 위한 루프 언롤링 기반 15차 항법필터 연산 최적화 강성현*, 안태동, 홍현욱, 이용, 김다애, 이수용(LIG 디펜스&에어로스페이스)
PS-65	장거리 유도무기의 비행 단계별 레이다 정보 가중화를 이용한 보정항법 기법 이근욱*, 이형섭, 박병수, 한경준(국방과학연구소)
PS-66	QKD 송수신부 간 정밀 타이밍 정합 구현 강인주, 이상민*, 최동희(마이크로인피니티), 이성현(스냅컴), 인용섭(국방과학연구소)
PS-67	1PPS 기준 이종 수신기 간 시각 동기화 시스템 구현 공태령*, 구떠올라, 윤민선(단암시스템즈), 임재석, 유순식(한화에어로스페이스)
PS-68	KASS를 이용한 고정 및 이동 수신기에서의 보호수준 추정 모델 검증 박건환*, 최석락, 박소라, 손민혁, 이병석(한국항공우주연구원)
PS-69	Development of an Integrated Simulation Environment for Cooperative ROV-USV Missions Seonghun Seo*, Yonghyun Kim, Hyunwoo Joe, Woojin Kim(ETRI)
PS-70	4차 누리호 비행에서 관측된 진동환경과 위성항법수신기 운용 신용설*, 권병문, 마근수(한국항공우주연구원)
PS-71	터널 내 GPS 신호 서비스를 위한 시스템 시험 검증 방안 염찬규*, 서명원, 양수아(티에이엔지니어링), 김현수(기람테크), 조용상(엘티엠웨이브), 이진혁, 이원우(한국도로공사)
PS-72	터널 내 GPS 신호 서비스를 위한 TGX-Bridge 시스템 개발 및 구현 염찬규*, 김양수, 서명원(티에이엔지니어링), 이원우(한국도로공사)
PS-73	항공기 비행 데이터를 이용한 GPS M-Code 신호 가용성 분석 이학범*, 김세정, 김병욱(한국항공우주산업)
PS-74	개활지 및 도심환경에서의 KASS와 KDAS의 서비스 비교 최석락*, 박건환, 박소라, 손민혁, 이병석(한국항공우주연구원)
PS-75	온톨로지 기반 사전지식을 활용한 클러터 환경 수중 표적 상태 추정 최형준, 이승찬, 석기현, 송진우, 김용훈*(세종대학교)

2026 IPNT Conference



웹프로시딩즈

Web Proceedings

2026년 항법시스템학회 정기학술대회

Proceedings (e-Book) of “2026 IPNT Conference”
is available to download in the following
URL: http://ipnt.or.kr/2026IPNT (ISSN 2090-920X)



목차

1. 구두발표

[A1] 저궤도 위성 PNT (1)

[A1-1] LEO 통신 항법 통합 시스템을 위한 OFDM 부반송파 널링의 통신 용량 및 거리 측정 정확도 민감도 분석 ····· 1
[A1-2] 저궤도 위성 온보드 수신기용 GNSS/INS 심층결합 기법의 항재밍 성능 연구 ····· 5
[A1-3] 저궤도 위성의 LOS 변화 모사 환경에서의 GPS/LEO-PNT 이중대역 측위 실험 ····· 9
[A1-4] GNSS 수신기 내부 마이크로프로세서에서 온보드 정밀 궤도 예측 알고리즘 구현 및 검증 ····· 13

[A2] 저궤도 위성 PNT (2)

[A2-1] RNSS와의 호환성을 고려한 한국형 LEO-PNT 신호의 중심 주파수 설계 ····· 17
[A2-2] LEO PNT로 보강된 한국 지역 위성항법시스템의 ARAIM 무결성 예비 연구 ····· 21
[A2-3] 제한된 KPS 수신환경에서 Inter-Satellite Link를 활용한 LEO 위성군의 궤도 결정과 사용자 성능 평가 ····· 25
[A2-4] Inter-Satellite-Link 기반 LEO PNT 위성군의 협력 정밀궤도결정 기법 ····· 29

[A3] 저궤도 위성 PNT (3)

[A3-1] 북극항로에서 LEO Doppler–eLoran/CHAYKA 통합 PNT 적용 가능성 분석 ····· 33
[A3-2] LEO위성 보강을 통한 한국형 위성항법시스템의 PPP 수렴 성능 개선 ····· 35
[A3-3] 이동 플랫폼에서의 LEO SoP 기반 FOA/TOA 통합 STAN 성능 평가 ····· 39
[A3-4] 6G NTN의 NR PRS Resource Configuration에 따른 TDoA 기반 측위 성능 연구 ····· 41

[A4] 저궤도 위성 PNT (4)

[A4-1] LEO 위성 기반 지상 재머 위치추정 기법 연구 ····· 45
[A4-2] Galileo HAS 보정정보와 위성동역학모델을 이용한 LEO 위성의 준실시간 궤도결정 ····· 49
[A4-3] PPP 기반 저궤도위성 정밀궤도결정과 방송궤도력 생성 ····· 51
[A4-4] 6G LEO-PNT 위성군 임무설계를 위한 시뮬레이션 프레임워크 개발 및 검증 ····· 55

[A5] [OS] KARI 전략연구 LEO PNT 핵심기술 (1)

[A5-1] LEO PNT 우주 실증을 위한 임무 정의 및 시스템 개념 설계 ····· 59
[A5-2] 시뮬레이터 기반 LEO-PNT 실증위성 요구도 분석 ····· 63
[A5-3] LEO PNT 우주실증을 위한 궤도 설계 연구 ····· 65
[A5-4] 고체지구조석 해양조석 극조석 모델과 지구복사압 모델 추가를 통한 LEO Reduced-Dynamic Orbit Determination 정확도 향상 ····· 69

[A6] [OS] KARI 전략연구 LEO PNT 핵심기술 (2)

[A6-1] 소형 원자시계 기반 저궤도 항법위성 시각동기 구조의 운용환경별 성능 분석 ····· 73
[A6-2] 파라미터 가변형 저궤도 항법신호 송신기 개발 및 검증 ····· 77
[A6-3] 저궤도 위성 레이저 통신 터미널 및 위성 간 거리측정 기술동향 ····· 81
[A6-4] 저궤도 위성환경을 고려한 저중량, 저전력 재밍 신호 위치 탐지 시스템 ····· 83

[A7] 측량과 공간정보 응용

[A7-1] GPS 좌표 시계열의 불연속 탐지와 좌표 오프셋 계산 정확도 비교 ····· 87
[A7-2] 네트워크 RTK 측량성과 신뢰성 확보를 위한 정확도 평가 지표 제안 ····· 91
[A7-3] Particle Filter를 활용한 TDOA/FDOA 위치 및 속도 추정 알고리즘 ····· 95
[A7-4] L자형 배열 안테나에서 효율적인 신호 개수 추정을 위한 빔공간 AIC 및 MDL 기법 ····· 99

[B1] [OS] 긴급구조 정밀측위

[B1-1] 다중 LTE 강제 측정값 기반 패턴매칭 측위 기술 성능 분석 ····· 103
[B1-2] 5G NR NSA 데이터를 이용한 Attention 기반 Seq2Seq 타 이동통신사 의사 셀 생성 기술 ····· 107
[B1-3] GNSS SNR 지도와 Grid 제약 거리 측정치를 이용한 도심지 GNSS 측위 기법 ····· 109
[B1-4] Association Between Cross-Network LTE PCell Prediction Outcomes and RF Fingerprint Localization Errors ····· 111

[B2] 정밀항법 (1)

[B2-1] 실시간 VRS 시스템 국산화: K-VRS의 개발 및 측위 성능 평가 ····· 115
[B2-2] 통계적 검정을 이용한 Network RTK 전리층 보정정보 품질 관리 및 사용자 측위 성능 평가 ····· 117
[B2-3] 시간방향 감시 게이트를 사용한 위성항법 반송파 RAIM 무결성 강화 기법 ····· 123
[B2-4] 저가형 GNSS 수신기를 이용한 단일 주파수 PPP-RTK 모호정수 결정 및 성능 분석 ····· 127

[B3] 정밀항법 (2)

[B3-1] HN-RTK OSR 보정정보의 SSR화 방법론의 Feasibility Study ····· 131
[B3-2] SouthPAN Early Open Service의 DFMC SBAS 및 PPP 측위 알고리즘 개발과 성능 검증 ····· 135
[B3-3] 관측치별 바이어스 활용 GPS/Galileo PPP 모호정수 결정 기술개발 ····· 139
[B3-4] 고위도 전리층 교란 환경에서 반송파 정밀측위를 위한 신뢰성 높은 사이클 슬립 검출 기법 ····· 141

[B4] 육상 및 해상 응용

[B4-1] 라이다 기반 차량 점유 체적 분석을 이용한 터널 내 GPS 신호생성시스템 성능 예측 및 향상에 관한 연구 ····· 143
[B4-2] 송신기 모델을 반영한 Genetic Algorithm 기반 eLoran 펄스 최적화 및 TOA 추정 성능 개선 ····· 147
[B4-3] 도심 GNSS 의사거리 이상치 검출을 위한 이웃 위성 간 Graph-Cut Random Sample Consensus 알고리즘 ····· 151
[B4-4] 보행자 도로망의 연결 구조를 이용한 PDR 기반 경로 추정 시스템 ····· 155

[B5] [OS] 학부생 논문경진대회

[B5-1] CYGNSS에서 GNOS-II 탑재 FengYun-3 위성군으로의 우주기반 GNSS-R 간섭 모니터링 확장 ····· 157
[B5-2] 달 남반구 중계통신을 위한 2기 NRHO 편대의 궤도 설계 및 유지 ····· 161
[B5-3] 정수선형계획법을 이용한 Network RTK 감시망 면적 최대화 기법 ····· 163
[B5-4] 상설감시국을 활용한 네트워크 RTK 보정정보 전국망 실시간 성능 감시 시스템 ····· 167

[B6] 관성 및 복합측위 (1)

[B6-1] 저궤도 위성용 GNSS/INS 통합을 위한 계단식 분산연합형 칼만필터의 설계기법 및 성능분석 ····· 171
[B6-2] 공중 전달정렬을 위한 항공기와의 시각동기 기법 개발 및 시험평가 ····· 173
[B6-3] 회전 지능탄의 IMU 오차 분석 ····· 177

[B6-4] V2V-LiDAR-Camera 융합을 통한 차량 위치 추정 기법 ····· 181

[B7] 관성 및 복합측위 (2)

[B7-1] 주행 복잡도에 따른 관성항법장치 동적 오차 분포와 정적 규격의 차이 분석 ····· 185

[B7-2] 적응형 속도적분 측정치를 이용한 공중 전달정렬 기법 ····· 189

[B7-3] 국부 항법을 위한 체비셰프 다항식 기반 관성항법 설계 ····· 193

[C1] [OS] 다층궤도 PNT 산학연 워크숍 (1)

[C1-1] 주기성 오차 보상을 통한 LEO Reduced-Dynamic Orbit Determination 정확도 향상 ····· 197

[C1-2] 도심환경 LEO-PNT를 위한 Doppler 기반 Cycle-Slip 검출 및 반송파 위상 추적 ····· 201

[C1-3] LEO 수신 GNSS 측정치의 하향링크 전달에 의한 다층궤도 위성항법시스템의 성능 향상 방안 연구 ····· 205

[C1-4] ISL을 갖는 LEO 위성의 On-Board RTK 궤도 결정 ····· 209

[C2] [OS] 다층궤도 PNT 산학연 워크숍 (2)

[C2-1] 다층궤도 군집 위성항법시스템 개발 사업의 기획연구 소개 ····· 211

[C2-2] 변조 방식에 따른 저궤도 항법 위성의 항법 신호 특성 분석 ····· 213

[C2-3] LEO PNT 군집위성 임무운영에 관한 연구 ····· 215

[C3] Multi-Layer PNT (1)

[C3-1] 위상 평활화 코드의사거리 기반 QZSS 위성의 실시간 궤도결정 아키텍처 설계 및 검증 ····· 217

[C3-2] Minimum Number of Visible Satellites for GPS-equivalent PNT Service Over Arctic Shipping Routes From LEO ····· 221

[C3-3] 대한민국 주권 PNT 기초 연구 ····· 225

[C3-4] Simulation and Testing of a C-Band LEO Constellation Using Skydel Custom Signals and Constellations ····· 229

[C4] Multi-Layer PNT (2)

[C4-1] Regulatory Contention in the 2483.5–2500 MHz Band Between Mobile-Satellite and Satellite Navigation Services: Implications for KPS ····· 233

[C4-2] Xona Pulsar-like EFQPSK 신호 전력 증가에 따른 GNSS 신호 C/N 열화 분석 ····· 235

[C4-3] LEO PNT 신호 호환성 분석을 위한 기초 연구 ····· 239

[C4-4] C 대역 LEO PNT 신호 설계를 위한 인접대역 ITU 규제 분석 및 FMT 적용 방안 연구 ····· 243

[C5] 실내항법 (1)

[C5-1] 고속수집기 기반 라디오맵 생성 및 실내 항법 성능 분석 ····· 247

[C5-2] BLE 신호 감도로 인한 성능 편차를 극복한 실내위치기술 Jupiter 2.0 ····· 251

[C5-3] BLE 채널 사운딩 기반 스마트폰 실내 위치 추정 시스템 ····· 255

[C5-4] 다양한 스마트폰 거치 자세를 위한 딥러닝 기반 차량 Dead Reckoning 기법 ····· 259

[C6] 실내항법 (2)

[C6-1] FLOW: BLE 신호 기반 공간 트래픽 분석 시스템 ····· 263

[C6-2] BLE Advertising 신호 기반 랜덤한 MAC 주소 매칭 알고리즘 및 재실 인원 추정 ····· 267
[C6-3] Turtlebot4 기반 자율탐사를 이용한 실내 위치 추정용 Radio Map 구축 ····· 273
[C6-4] JUPITER: BLE 인프라 기반 지하주차장 실내 내비게이션 시스템 ····· 277

[C7] 스마트 디바이스

[C7-1] 삼성 Exynos 칩셋의 GNSS 신호 지원 현황 및 현대화 신호 확장 ····· 281
[C7-2] 단일 딥러닝 모델 기반 다중 사용자·다중 스마트폰 파지 환경의 PDR 이동 거리 및 방향 추정 ····· 285
[C7-3] 도심지 가시성 지도와 관성센서를 활용한 스마트폰 정확도 향상 연구 ····· 289
[C7-4] 스마트폰 GNSS-RTK 측위 성능 향상을 위한 기준위성 선택 및 재매개변수화 기법 ····· 291

[D1] [OS] 미래항법을 위한 국내 시간주파수 기술 현황 (1)

[D1-1] Development of High-Precision Rubidium Atomic Clocks for K-PNT ····· 295
[D1-2] 고성능 CSAC 실험실 모델을 위한 저잡음 제어 시스템 설계 및 레이저 주파수 요동 분석 ····· 299
[D1-3] 차세대 TWSTFT를 위한 BOC 변조 기반 시각비교용 신호 설계 ····· 303
[D1-4] eLoran 시각 서비스를 위한 정밀 ASF 측정 시스템 개발 ····· 307

[D2] [OS] 미래항법을 위한 국내 시간주파수 기술 현황 (2)

[D2-1] 머신러닝을 이용한 앙상블 시각 성능 분석 ····· 311
[D2-2] 경사지구동기궤도위성 기반 양방향시각주파수전송의 링크버짓 분석 ····· 315

[D5] 천문·심우주 응용 (1)

[D5-1] 한국형 달 항법위성시스템 후보궤도 기반 AFS 신호의 송수신 링크버짓 분석 ····· 317
[D5-2] 한국형 달 성상 설계를 위한 궤도 안정성 사전 필터 및 최적화 알고리즘 비교 분석 ····· 321
[D5-3] 누리호 비행에서 위성항법수신기의 동작 비교 ····· 325
[D5-4] Lunar PNT 위성군 기반 달 남극에서의 사용자 항법 성능 분석 ····· 329

[D6] 천문·심우주 응용 (2)

[D6-1] 달 환경 GNSS 수신기를 위한 3차원 상관기의 동기 적산 시간 상한 분석: LuGRE E5a 대역 원시 표본 기반 검증 ····· 333
[D6-2] 초기 달 위성항법 서비스를 위한 단일 항법위성 기반 측위시스템의 개념 설계 및 성능 분석 ····· 339
[D6-3] 달 탐사 로버 환경 구축을 위한 Lunar Environment Simulation 기법 연구 ····· 343
[D6-4] 달 위성항법 시스템의 기준국 시각 동기화와 위성 궤도 및 시각 오차 추정 ····· 347

[D7] 자율주행 및 무인항법

[D7-1] 캠퍼스 자율주행 전동 카트의 경로 추종 제어기 비교 연구 ····· 351
[D7-2] 다중 과거 궤적 보정을 이용한 종단간 자율주행 모델의 시간적 일관성 개선 ····· 355
[D7-3] 실제 궤적 기반 데이터 증강을 이용한 VLA 모델의 언어 조건부 차선변경 학습 ····· 359
[D7-4] LEO-PNT 항법 성능 평가를 위한 디지털트윈-HILS 시뮬레이션 환경 구축 ····· 363

[E1] 전파교란 대응 기술 (1)

[E1-1] S-대역 내 상호 운용성 및 주요 영향 요인 분석 ····· 367

[E1-2] Performance Verification of the Blind Adaptive Beamforming Based on Orthogonal Projections for Robust GNSS Navigation ····· 371
[E1-3] SDR 기반 실신호 결합 GNSS 기만·교란 전도시험 환경 구축 및 기능 검증 ····· 383
[E1-4] CORS 관측자료 기반 실시간·후처리 GNSS 재밍 및 스푸핑 탐지 알고리즘 ····· 387

[E2] 전파교란 대응 기술 (2)
[E2-1] 항재밍 GNSS와 롤 각속도 센서를 이용한 회전체의 롤각 추정 성능 분석 ····· 391
[E2-2] Data and System Requirements for LEO-Based Geolocation of Terrestrial GNSS Jammers: A Technique-Based Analysis ····· 395
[E2-3] CORS 관측자료를 이용한 AIS/ADS-B 기반 GNSS 전파간섭 후보 교차 검증 ····· 399
[E2-4] MOSA 기반 PNT 시스템 개발을 위한 pntOS 아키텍처 분석 및 Cobra 활용 연구 ····· 401

[E3] 보강시스템 (1)
[E3-1] WAD-RNSS의 위성 궤도 결정 및 예측 상태 감시 기법 ····· 405
[E3-2] 한반도 지역 위성별 경사 전리층 지연 보정 모델 성능 분석 ····· 407
[E3-3] 실시간 KPOP: 다중위성항법시스템 초신속궤도력 생성 및 위성별, 이온층, 대류권 오차의 상태공간 표현 모델링 ····· 411
[E3-4] 다중 SBAS 보정정보 특성 분석 및 결합 측위 모델 검토 ····· 413

[E4] 보강시스템 (2)
[E4-1] 상시관측소 수신기 DCB 실시간 추정 알고리즘 개발 ····· 417
[E4-2] Legacy L1 및 Dual-Frequency SBAS 보정정보를 활용한 Ionosphere-Weighted Model 기반 사용자 알고리즘 제안 및 성능 검증 ····· 421
[E4-3] 반송파 기반 정밀측위 네트워크의 고장 감시 기법 및 아키텍처 선행 연구 조사 ····· 425
[E4-4] 위성 가시성 변화에 따른 다중 GNSS와 SBAS의 성능 비교 ····· 429

[E5] 수신기와 안테나
[E5-1] 고효율 특성을 갖는 광대역 원형 배열 안테나 제작 및 성능 시험 ····· 433
[E5-2] 항재밍 위성항법장치용 FPC 기반 4소자 소형 원통형 배열 안테나 설계 및 시험평가 ····· 437
[E5-3] 상대 자세 변화를 이용한 도래각 추정의 고각 모호성 판별 기법 ····· 439
[E5-4] 낮은 복잡도의 HPBW 기반 2단계 탐색 2차원 도래각 추정 기법 ····· 443

[E6] 신호처리
[E6-1] GEO L1 C/A 신호에서 상호 상관 간섭으로 인한 코드 추적 루프 왜곡 분석 ····· 447
[E6-2] GNSS 시뮬레이터를 이용한 GNSS 수신기의 롤 회전각 측정 성능 검증 ····· 449
[E6-3] 위성항법 측위 품질 기반 잔차 학습 신경망을 이용한 차량 속도 보정 추측 항법 방법 ····· 453
[E6-4] GPS 위성의 Flex Power 전환 시점 탐지와 위성 OSB 변동 분석 ····· 457

[E7] 신호 및 타이밍
[E7-1] NavIC L5/S 대역 SPS 실측 신호에 관한 분석 ····· 461
[E7-2] 시각 동기화 기법에 따른 저가형 GNSS 수신기의 동적 측위 결과 비교 ····· 465

[E7-3] 차세대 RNSS 항법메시지 설계를 위한 QZSS 항법 오차 성분 분석 ····· 467
[E7-4] TWSTFT 업링크 신호를 위한 자기상관 기반 PRN 코드 설계 ····· 473

[F1] [OS] 회전형 관성항법장치 항법 기술

[F1-1] 원더각 기준계와 국부수평 항법 기준계의 극지에서 성능 비교 ····· 477
[F1-2] 회전형 관성항법장치의 정지시간이 시간변화 오차에 미치는 영향 분석 ····· 481
[F1-3] GNSS 수신 불가 환경에서 관성항법장치 정박 정렬 알고리즘 간 성능 비교 ····· 485
[F1-4] 해상환경을 고려한 관성항법장치 정렬 알고리즘 ····· 489

[F2] [OS] 회전형 관성항법장치 센서 기술

[F2-1] 회전형 항법장치 가속도계 비정렬 오차 특성 ····· 493
[F2-2] 1-mil급 항법장치용 링레이저 자이로스코프 음극 연구 ····· 497
[F2-3] 링레이저 자이로의 자기차폐 구조에 대한 해석 ····· 501

[F3] [OS] 국내 항법 기술동향 (1)

[F3-1] 대한민국 항법기술 30년, 그리고 미래 ····· 505
[F3-2] Ground Coverage Performance Analysis of a GEO Ka-Band Reflector Antenna Under Beam Pointing Errors and Its Potential Applicability to Regional Navigation Augmentation and Time Transfer ····· 507
[F3-3] ICP를 이용한 영상기반 지형대조항법의 고고도 비행 실증 ····· 511
[F3-4] 객체 인지정보를 활용한 자율시스템 항법기술 ····· 515

[F4] [OS] 국내 항법 기술동향 (2)

[F4-1] 수동 방위각 표적추적을 위한 조건부 흐름 정합 기반 물리 제약 보조 입자필터 설계 ····· 519
[F4-2] GPS 음영지역 항법기술 현황 및 향후 발전 방향 ····· 523
[F4-3] 이동 플랫폼 무인기 착륙을 위한 관측 가능 생존영역 기반 학습-모델 융합 제어 구조 설계 ····· 525
[F4-4] 정보융합을 위한 양자 알고리즘의 연구 현황 ····· 529

[F5] [OS] Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술의 국내외 현황 (1)

[F5-1] Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술별 국내외 기술 동향 ····· 533
[F5-2] Lunar PNT를 위한 소형 원자시계 개발 동향 및 국내기술 현황 ····· 537
[F5-3] Development Plan for the Korean Lunar Communications and Navigation Satellite ····· 539

[F6] [OS] Lunar PNT 시스템 설계 및 요소기술의 국내외 현황 (2)

[F6-1] 추정 오차 간 상관성을 고려한 ISL 기반 달 항법 위성 궤도 결정 ····· 541
[F6-2] 달 위성항법시스템의 CFO 위성을 위한 궤도결정 보조 시각동기 알고리즘 ····· 545
[F6-3] Lunar PNT 초소형 항법위성 설계 및 AOCS 지상실험용 동적 시뮬레이터 구축 ····· 549
[F6-4] 달 남극부 표면 탐사 및 착륙 지원을 위한 Lunar PNT 사용자 측위 기술 ····· 555

[F7] 위성/원격탐사

[F7-1] QZSS 방송궤도력의 장기간 오차 변화 분석 ····· 557

[F7-2] GPS 항법메시지 품질 평가 및 이상치 데이터 필터링 방안 연구 ····· 559
[F7-3] LEO 위성용 GNSS 전파 엄폐 테스트베드 개발 ····· 563
[F7-4] Sharpness Parameter를 사용한 GNSS-RO 대기경계층고도 산출 품질관리 평가 ····· 569

[G4] ICT 응용

[G4-1] 장기 좌표시계열 분석을 통한 동일본 대지진 15년 경과 한반도 PSD 계수 추정 ····· 573
[G4-2] 공간 보간 및 육각 그리드 필터링 기반의 크라우드소싱 Wi-Fi 전파맵 보정 및 VAP 추정 기법 ····· 577
[G4-3] 생성형 AI를 활용한 항법 소프트웨어 개발 프로세스 자동화 및 적용 ····· 581
[G4-4] 항법장비 연동시험을 위한 IDL 필드 변화율 기반 메시지 상태 변화 선별 기법 ····· 585

[G5] 대체항법

[G5-1] 예측 기반 시간적 ASF 보정정보의 갱신 주기에 따른 eLoran 측위 성능 분석 ····· 589
[G5-2] 수신기 클록 주파수 오프셋 추정을 통한 eLoran SDR의 TOA 안정도 개선 ····· 593
[G5-3] 일괄처리방식 지형대조항법을 위한 학습기반 위치 추정 신뢰도 평가 기법 ····· 597

[G6] AI 및 머신러닝 기반 항법기술 (1)

[G6-1] 물리정보 신경망을 이용한 비행 중 정압포트 측정오차의 회귀분석 ····· 601
[G6-2] UAV 응용을 위한 온디바이스 객체 탐지용 HILS 플랫폼 설계 및 구현 ····· 605
[G6-3] 환경 맥락 기반 스마트폰 GNSS 측정치 품질 추정 ····· 609
[G6-4] End-to-End 자율주행 레이싱 강화학습 정책의 학습 안정화를 위한 MPC 기반 보정 손실 ····· 613

[G7] AI 및 머신러닝 기반 항법기술 (2)

[G7-1] 영상 기반 차선정보를 이용한 차량 주행궤적의 횡방향 오차 보정 ····· 617
[G7-2] 양방향 통신 지연 환경에서의 달 로버 원격조종을 위한 지형 인지형 잔차 강화학습 기법 ····· 623
[G7-3] 레이블 노이즈에 강건한 GCE 기반 GNSS 신호 수신 환경 분류 ····· 627
[G7-4] 고속 End-to-End 자율주행 레이싱 에이전트 강화학습 보상함수 설계 ····· 631

2. 포스터 발표

[PS-01] ISL 기반 LEO 위성군에 따른 RNSS 성능 분석 시뮬레이션 설계 ····· 637
[PS-02] LEO PNT 위성용 Inter-Satellite-Link 기반 궤도 추정 칼만필터 기초 연구 ····· 641
[PS-03] 다중위성군 다중주파수 GNSS 신호 시뮬레이터 확장을 통한 LEO PNT End-to-End 통합 시뮬레이터 개발 ····· 645
[PS-04] 회전익 항공기 탑재 유도탄 초기정렬 평가를 위한 진동시험 구성 및 계측 방법 ····· 649
[PS-05] 유한요소해석 기반 관성측정기용 방진기의 진동 응답 특성 및 온도 물성 불확실성을 고려한 공진 민감도 평가 ····· 653
[PS-06] 연속 발사 환경의 발사대 진동 계측을 위한 시험 구성 방안 ····· 659
[PS-07] 항법급 가속도계의 제어 회로(박막/후막)별 공정에 따른 성능 비교 고찰 ····· 663
[PS-08] 관성항법시스템을 위한 IMU 코닝 및 스컬링 보상 알고리즘의 구현 및 검증 ····· 665
[PS-09] 통합항법장치 동적 Hot Start 및 통합항법 시험평가 ····· 669
[PS-10] 함상 전달정렬을 위한 칼만필터 상태변수 구성에 따른 성능 분석 ····· 673
[PS-11] 재사용발사체의 연착륙을 위한 다중센서 융합 기반 항법장치 설계 ····· 677

[PS-12] 항재밍 GNSS 수신기의 Hot Start 시험을 위한 시험 장비 설계 및 제작 ····· 679
[PS-13] 이중 안테나 기반 GNSS 위성군 분리 수신 구조 활용 회전체 롤 자세 추정 ····· 681
[PS-14] 포발사 유도탄의 항법 시스템 개발을 위한 기술적 고찰 ····· 685
[PS-15] 실제 해양 환경에서의 함상 Flexure 영향 분석 ····· 687
[PS-16] 관성측정기 신호 모사를 위한 유연 날개 항공기 모델 개발 ····· 691
[PS-17] 위성항법 시스템 신뢰도 향상을 위한 장비 이중화 구조 설계 ····· 695
[PS-18] MEMS 관성측정기 장기 안정성 평가 방법 연구 ····· 697
[PS-19] 오복구 억제를 위한 다중주파수 기반 사이클슬립 복구의 신뢰성 검증 ····· 699
[PS-20] 다중 GNSS 감시국 관측자료를 이용한 MRCC 고장 검출 성능 분석 ····· 701
[PS-21] 전리층 활동기 환경에서의 한국지역 내 Klobuchar 모델 성능 분석 및 개선 방향 ····· 705
[PS-22] 갈릴레오 E1-B I/NAV의 RS-CED를 이용한 Time-to-CED 단축 성능 평가 ····· 709
[PS-23] 차량 주행 환경에서 GPS 단독측위 대비 SBAS 보강 적용에 따른 위치 정확도 성능 분석 ····· 713
[PS-24] 재사용 발사체 탑재 위성항법 안테나 가시성 분석 ····· 717
[PS-25] MCMF 단일수신기 위치결정 및 전리층 지연 추정 알고리즘 성능 분석 ····· 721
[PS-26] 하드웨어 GNSS 수신기 기반 GPS/Galileo 이중주파수 전리층 보정 기법 구현 및 성능 비교 ····· 725
[PS-27] 위성 간 의사거리 잔차 일관성 그래프를 이용한 도심 GNSS 측위 성능 향상 기법 ····· 729
[PS-28] SBAS 보정서비스 비가용 환경에서 GPS/Galileo 통합항법 성능 평가 ····· 733
[PS-29] 위성항법시스템의 국외 감시국 구축을 위한 사이트 조사 절차 및 실무적 고려사항 ····· 735
[PS-30] 임베디드 GNSS 수신기 기반 Galileo NTCM-G 구현 및 실시간 성능 검증 ····· 739
[PS-31] 항법탑재체 설계 및 검증을 위한 통합 성능 분석 도구 개발 ····· 743
[PS-32] 교량 신축이음부 자동 탐지를 위한 차량 항법 시스템 개발에 관한 연구 ····· 745
[PS-33] 다중 에이전트 상대 측위를 위한 UWB 기반 TWR 모듈 구현 ····· 751
[PS-34] 항재밍 위성항법장치의 KASS 적용에 따른 동적 위치 정확도 분석 ····· 753
[PS-35] 한국형 항공위성 서비스(KASS) 지상기반시설 운영 현황 분석 ····· 757
[PS-36] GK-3 SBAS 탑재체 지상 검증용 실시간 SBAS 메시지 전송 장치 구현 ····· 761
[PS-37] 스푸핑 대응을 위한 항법 메시지 인증 현황 및 처리 구조에 관한 연구 ····· 765
[PS-38] Performance Comparison Between DCB and ISC Correction of GPS L5 Signal for L5 Positioning ····· 769
[PS-39] 약신호 환경에서의 위성항법 수신기 신호획득 성능 개선을 위한 전력 적산횟수 최적화 연구 ····· 773
[PS-40] 터널 내 GNSS 신호 생성기 최대 허용 배치 간격 연구 ····· 777
[PS-41] 배열안테나 기반의 널링(Nulling) 장치에 대한 실내 성능 점검시스템 제안 ····· 781
[PS-42] BeiDou 위성의 궤도 유형별 방송궤도력 정확도 장기간 변화 분석 ····· 785
[PS-43] QZSS와 BDS 전리층 모델의 장기간 정확도 변화 분석 ····· 787
[PS-44] Enabling Navigation Satellite Operation Automation: Porting Lua to VxWorks 7 on the GR740 Processor ····· 789
[PS-45] 항법 탑재체의 장기 성능평가를 위한 검증용 수신기 실시간 신호처리 구조 및 통계분석 방안 설계 ····· 791
[PS-46] GK3 위성 SBAS 탑재체 성능적합증명에 관한 연구 ····· 795
[PS-47] 한국형 위성항법시스템 검증 및 입증을 위한 유럽 우주시스템 규정 검토 ····· 797
[PS-48] 강화학습 기반 보행자 밀집 환경에서의 모바일 로봇 자율주행 연구 ····· 801

[PS-49] 소형 무인이동체용 GNSS 항재밍 장치의 설계 및 개발 ····· 805
[PS-50] 저속 자율 이동 플랫폼을 위한 StreamPETR 기반 근거리 보행자 3차원 위치 및 상대속도 추정 연구 ····· 809
[PS-51] GNSS 수신기를 위한 AD9310을 활용한 다중 대역 RF 소형화 개념 연구 ····· 813
[PS-52] OFFT 기반의 GNSS 간섭신호 제거 필터를 위한 윈도우 함수 분석 ····· 817
[PS-53] 자동 이득 제어를 이용한 고 동적 범위 다중대역 GNSS 수신기의 시스템 링크 버짓 분석 ····· 821
[PS-54] An Elegant Workaround for the Right-Hand Rule Violation in Elevation-Azimuth Beamforming Frames: A Quaternion-Based Mirror Transformation Approach ····· 825
[PS-55] 소형 드론 탑재용 항재밍 장치 전자기전 환경 성능 평가 ····· 829
[PS-56] Development of Gun-hardened, SWaP-C Anti-jamming GNSS Receiver ····· 831
[PS-57] 중앙 소자를 포함한 원형 안테나 배열의 Butler Matrix 전도시험과 평면파 입사 간 공간 응답 불일치 분석 ····· 835
[PS-58] 무인기 탑재용 저-SWaP GNSS 항재밍 장치의 성능지표 정의 및 비교 분석 ····· 839
[PS-59] GNSS 주파수 대역의 전파환경 실측정 및 분석 ····· 843
[PS-60] GPS 관측값을 사용한 동역학 모델 기반 저궤도 위성의 단기 궤도결정 성능 분석 ····· 847
[PS-61] 저궤도 위성의 고속 도플러 변이 이용한 항재밍 기법 ····· 849
[PS-62] LEO-PNT 시스템을 위한 UHF 및 S-band 항법신호의 지상 송수신 및 거리측정 특성 비교 분석 ····· 851
[PS-63] LEO PNT 신호에 대한 무선환경에서의 SDR 기반 성능 분석 ····· 855
[PS-64] 유도무기 실시간성 확보를 위한 루프 언롤링 기반 15차 항법필터 연산 최적화 ····· 857
[PS-65] 장거리 유도무기의 비행 단계별 레이다 정보 가중화를 이용한 보정항법 기법 ····· 861
[PS-66] QKD 송수신부 간 정밀 타이밍 정합 구현 ····· 867
[PS-67] 1PPS 기준 이종 수신기 간 시각 동기화 시스템 구현 ····· 871
[PS-68] KASS를 이용한 고정 및 이동 수신기에서의 보호수준 추정 모델 검증 ····· 875
[PS-69] Development of an Integrated Simulation Environment for Cooperative ROV-USV Missions ····· 879
[PS-70] 4차 누리호 비행에서 관측된 진동환경과 위성항법수신기 운용 ····· 881
[PS-71] 터널 내 GPS 신호 서비스를 위한 시스템 시험 검증 방안 ····· 885
[PS-72] 터널 내 GPS 신호 서비스를 위한 TGX-Bridge 시스템 개발 및 구현 ····· 889
[PS-73] 항공기 비행 데이터를 이용한 GPS M-Code 신호 가용성 분석 ····· 893
[PS-74] 개활지 및 도심환경에서의 KASS와 KDAS의 서비스 비교 ····· 897
[PS-75] 온톨로지 기반 사전지식을 활용한 클러터 환경 수중 표적 상태 추정 ····· 901

Contents

1. Oral Presentation

[A1] LEO PNT (1)

[A1-1] A Communication Capacity and Ranging Accuracy Sensitivity Analysis of OFDM Subcarrier Nulling for LEO Integrated Communication and Navigation Systems ····· 1
[A1-2] A Study on Anti-Jamming Performance of GNSS/INS Deep Integration Method for LEO Satellite Onboard Receivers ····· 5
[A1-3] GPS/LEO-PNT Dual-Band Positioning Experiment Under an Emulated LEO Satellite LOS-Variation Environment ····· 9
[A1-4] Implementation and Verification of an Onboard POD Algorithm on a GNSS Receiver Microprocessor ·····13

[A2] LEO PNT (2)

[A2-1] Center Frequency Design for Korean LEO-PNT Signals Considering Compatibility with RNSS ·····17
[A2-2] A Preliminary Study on ARAIM Performance for GPS and RNSS with LEO Augmentation over the Korean Region ·····21
[A2-3] ISL-Aided Orbit Determination of LEO Constellations under Limited KPS Visibility and Evaluation of User Positioning Performance ·····25
[A2-4] Inter-Satellite-Link-based Cooperative Precise Orbit Determination for LEO PNT Constellations ·····29

[A3] LEO PNT (3)

[A3-1] Feasibility Analysis of LEO Doppler–eLoran/CHAYKA Integrated PNT for Arctic Navigation ·····33
[A3-2] Improving PPP Convergence Performance of the Korean Positioning System with LEO Satellite Augmentation ·····35
[A3-3] Performance Evaluation of FOA/TOA-Integrated STAN for LEO SoP on Moving Platforms ·····39
[A3-4] A Study on TDoA-Based Positioning Performance with NR PRS Resource Configuration of 6G NTN ·····41

[A4] LEO PNT (4)

[A4-1] A Study on Terrestrial Jammer Geolocation Method Using LEO Satellites ·····45
[A4-2] Near Real-Time LEO Orbit Determination using Galileo High Accuracy Service (HAS) Corrections and Satellite Dynamic Models ·····49
[A4-3] Precise Orbit Determination of LEO Satellites Based on PPP and Broadcast Ephemeris Generation ·····51
[A4-4] Development and Validation of a Simulation Framework for Mission Design of 6G LEO-PNT Constellations ···55

[A5] [OS] KARI Strategic Research on Core LEO PNT Technologies (1)

[A5-1] Mission Definition and System Concept for LEO PNT In-Orbit Demonstration ·····59
[A5-2] Simulation-Based Requirements Analysis for a LEO-PNT In-Orbit Demonstration Mission ·····63

[A5-3] A Study on Orbit Design for the In-Orbit Demonstration of LEO PNT ····· 65
[A5-4] Accuracy Improvement of LEO Reduced-Dynamic Orbit Determination with Solid Earth Tide, Ocean Tide, Pole Tide, and Earth Radiation Pressure Model ····· 69

[A6] [OS] KARI Strategic Research on Core LEO PNT Technologies (2)

[A6-1] Performance Analysis of CSAC-based Time Synchronization Architectures for LEO Navigation Satellites under Various Operational Conditions ····· 73
[A6-2] Development and Verification of a Parameter Reconfigurable LEO Navigation Signal Transmitter ····· 77
[A6-3] Trends in LEO Satellite Laser Communication Terminals and Intersatellite Ranging ····· 81
[A6-4] A Lightweight and Low-Power Jamming Signal Localization System for Low-Earth-Orbit Satellite Environments ····· 83

[A7] Surveying and Geospatial Information Applications

[A7-1] Accuracy Assessment of Discontinuity Detection and Coordinate Offset Estimation in GPS Coordinate Time Series ····· 87
[A7-2] Proposal of an Accuracy Evaluation Metric for Ensuring the Reliability of Network RTK Survey Results ····· 91
[A7-3] TDOA/FDOA-Based Position and Velocity Estimation Using Particle Filter ····· 95
[A7-4] Beamspace AIC and MDL for Efficient Estimation of the Number of Signals Using an L-shape Array Antenna ····· 99

[B1] [OS] Precision Positioning for Emergency Rescue

[B1-1] Performance Analysis of Pattern-Matching Positioning Technology Based on Forced Multi-LTE Measurements ····· 103
[B1-2] Attention-Based Seq2Seq Pseudo Cell Generation for Other Mobile Carriers Using 5G NR NSA Data ····· 107
[B1-3] Urban GNSS Positioning using GNSS SNR Maps and Grid-constrained Ranging ····· 109
[B1-4] Association Between Cross-Network LTE PCell Prediction Outcomes and RF Fingerprint Localization Errors ····· 111

[B2] Precise Navigation (1)

[B2-1] Development and Positioning Performance Evaluation of K-VRS, a Korean-Developed Real-Time VRS System ····· 115
[B2-2] Quality Control of Network RTK Ionospheric Corrections Using Statistical Testing and Assessment of User Positioning Performance ····· 117
[B2-3] Carrier-Phase RAIM Integrity Enhancement Technique using Time-Domain Monitoring Gate ····· 123
[B2-4] Single-Frequency PPP-RTK Ambiguity Resolution and Performance Analysis using a Low-Cost GNSS Receiver ····· 127

[B3] Precise Navigation (2)

[B3-1] Feasibility Study on Methodology for Converting HN-RTK OSR Corrections Into SSR ····· 131

[B3-2] Development and Performance Validation of DFMC SBAS and PPP Positioning Algorithms for SouthPAN Early Open Service ····· 135
[B3-3] Development of Technology for GPS/Galileo PPP Integer Ambiguity Resolution Using Observable-Specific Biases ····· 139
[B3-4] Reliable Cycle Slip Detection for Carrier-Phase Precise Positioning in High-Latitude Ionospheric Disturbances ····· 141

[B4] Land and Maritime Applications

[B4-1] Performance Prediction and Improvement of a Tunnel GPS Signal Generation System Using LiDAR-Based Vehicle Occupancy Analysis ····· 143
[B4-2] eLoran Pulse Optimization and TOA Performance Improvement Using a Transmitter Model-Based Genetic Algorithm ····· 147
[B4-3] Neighboring-Satellite-Aided Graph-Cut Random Sample Consensus for Urban GNSS Pseudorange Outlier Detection ····· 151
[B4-4] A PDR-Based Path Estimation System Using the Connectivity Structure of Pedestrian Road Networks ····· 155

[B5] [OS] Undergraduate Paper Competition

[B5-1] Extending Spaceborne GNSS-R Interference Monitoring from CYGNSS to the GNOS-II-Equipped FengYun-3 Constellation ····· 157
[B5-2] Orbit Design and Maintenance of a Two-Satellite NRHO Formation for Relay Communications Over the Lunar Southern Hemisphere ····· 161
[B5-3] Integer Linear Programming Based Monitoring Network Coverage Maximization for Network RTK ····· 163
[B5-4] Nationwide Real-Time Performance Monitoring System for Network RTK Corrections Using Monitoring Stations ····· 167

[B6] Inertial and Integrated Positioning (1)

[B6-1] Design Methodology and Performance Analysis of a Cascade Distributed Federated Kalman Filter for GNSS/INS Integrated Navigation of LEO Satellites ····· 171
[B6-2] Development and Test Evaluation of a Time Synchronization Method with Aircraft for In-Flight Transfer Alignment ····· 173
[B6-3] IMU Error Analysis of Spinning Smart Munition ····· 177
[B6-4] Vehicle Localization Method Using V2V-LiDAR-Camera Fusion ····· 181

[B7] Inertial and Integrated Positioning (2)

[B7-1] Analysis of the Discrepancy between Static Datasheet Specifications and In-Vehicle Dynamic INS Error Distributions across Driving Path Complexity ····· 185
[B7-2] Transfer Alignment Method Based on Adaptive Integrated_Velocity Measurements for Airborne Applications ····· 189
[B7-3] Design of a Chebyshev Polynomial-Based Inertial Navigation System for Local Navigation ····· 193

[C1] [OS] Multi-Layer PNT Industry-Academia-Research Workshop: Part (1)

[C1-1] Accuracy Improvement of LEO Reduced-Dynamic Orbit Determination Using Periodic Error modeling ····· 197
[C1-2] Carrier phase tracking with Doppler-based Cycle-slip Detection for LEO-PNT in Urban Environments ····· 201
[C1-3] Improving the Performance of Multi-Layer Satellite Navigation Systems by Downlinked LEO-Received GNSS Measurements ····· 205
[C1-4] Onboard RTK Orbit Determination for LEO Satellites with Intersatellite Links ····· 209

[C2] Multi-Layer PNT Industry-Academia-Research Workshop: Part (2)

[C2-1] Introduction to the Planning Research for the Multi-layer Satellite Navigation System Development Program ····· 211
[C2-2] Analysis of Navigation Signal Characteristics of Low Earth Orbit Satellites by Modulation Schemes ····· 213
[C2-3] Research on Mission Operation for LEO PNT Satellite Constellations ····· 215

[C3] Multi-Layer PNT (1)

[C3-1] Design and Validation of a Real-Time Orbit Determination Architecture for the QZSS Constellation Using Phase-Leveled Pseudoranges ····· 217
[C3-2] Minimum Number of Visible Satellites for GPS-equivalent PNT Service Over Arctic Shipping Routes From LEO ····· 221
[C3-3] A Foundational Study on Korean Sovereign PNT ····· 225
[C3-4] Simulation and Testing of a C-Band LEO Constellation Using Skydel Custom Signals and Constellations ·· 229

[C4] Multi-Layer PNT (2)

[C4-1] Regulatory Contention in the 2483.5–2500 MHz Band Between Mobile-Satellite and Satellite Navigation Services: Implications for KPS ····· 233
[C4-2] Analysis of GNSS C/N_0 Degradation with Increasing Xona Pulsar-Like EFQPSK Signal Power ····· 235
[C4-3] A Preliminary Study on Compatibility Analysis of LEO PNT Signals ····· 239
[C4-4] A Study on Adjacent-Band ITU Regulations and FMT-Based Design Approaches for C-band LEO PNT Signal Designs ····· 243

[C5] Indoor Navigation (1)

[C5-1] A High-Speed Collector-Based Radio Map Generation Method Using PDR Trajectories for Indoor Fingerprinting ····· 247
[C5-2] Jupiter 2.0: A Landmark-Based Indoor Positioning Technique Robust to Device-Dependent BLE Signal Sensitivity ····· 251
[C5-3] BLE Channel Sounding-Based Indoor Smartphone Positioning System ····· 255
[C5-4] Deep Learning-Based Vehicle Dead Reckoning for Multiple Smartphone Mounting Orientations ····· 259

[C6] Indoor Navigation (2)

[C6-1] FLOW: A BLE Signal-based Spatial Traffic Analytics System ····· 263

[C6-2] A Random MAC Address Matching Algorithm Based on BLE Advertising Signals for Occupancy Estimation ····· 267
[C6-3] Indoor Localization Radio Map Construction Using TurtleBot4-Based Autonomous Exploration ····· 273
[C6-4] JUPITER: A BLE Infrastructure-Based Indoor Navigation System for Underground Parking Lots ····· 277

[C7] Smart Devices

[C7-1] GNSS Signal Support and Modernized Signals in Samsung Exynos Chipsets ····· 281
[C7-2] Walking Distance and Heading Change Estimation Using a Single Deep Learning Model for Multi-User and Multi-Carrying-Mode Smartphone PDR ····· 285
[C7-3] Improving Smartphone Positioning Accuracy Using Visibility Maps and Inertial Sensors ····· 289
[C7-4] Reference Satellite Selection and Reparameterization Strategy for Improving Smartphone GNSS-RTK Positioning ····· 291

[D1] [OS] Korean Time and Frequency Technologies for Future Navigation (1)

[D1-1] Development of High-Precision Rubidium Atomic Clocks for K-PNT ····· 295
[D1-2] Low-Noise Control System Design and Laser Frequency Fluctuation Analysis for a High-Performance Chip-Scale Atomic Clock Laboratory Model ····· 299
[D1-3] Design of a BOC-Modulated Time Comparison Signal for Next-Generation TWSTFT ····· 303
[D1-4] Development of a Precise ASF Measurement System for eLoran Timing Service ····· 307

[D2] [OS] Korean Time and Frequency Technologies for Future Navigation (2)

[D2-1] Ensemble Timescale Performance Analysis Using Machine Learning for Hydrogen Maser Holdover Prediction ····· 311
[D2-2] Link Budget Analysis for TWSTFT Using an Inclined Geosynchronous Orbit Satellite ····· 315

[D5] Astronomy and Deep-Space Applications (1)

[D5-1] Transmit-Receive Link Budget Analysis of the AFS Signal for Candidate Orbits of the Korean Lunar Navigation System (KLNS) ····· 317
[D5-2] Orbital Stability Pre-Filtering and Optimization Algorithm Comparison for Korean Lunar Navigation Constellation Design ····· 321
[D5-3] Operation Comparison of the GNSS Receiver in the Flights of KSLV-II ····· 325
[D5-4] Navigation Performance Analysis of a Lunar PNT Constellation for Surface Users at the Lunar South Pole · 329

[D6] Astronomy and Deep-Space Applications (2)

[D6-1] Coherent Integration Time Bound of a 3-D Correlator for Lunar GNSS Receivers: Validation with LuGRE E5a-band Raw IQ Samples ····· 333
[D6-2] Conceptual Design and Performance Analysis of a Single Navigation Satellite Based Positioning System for Initial Lunar Satellite Navigation Services ····· 339

[D6-3] A Study on Lunar Environment Simulation Methodology for Developing a Lunar Exploration Rover Test Environment ····· 343
[D6-4] Time Synchronization and Estimation of Orbit and Clock Errors for Lunar Navigation Satellite Systems ···· 347

[D7] Autonomous Driving and Navigation for Unmanned Systems

[D7-1] Comparative Study of Path-Tracking Controllers for an Autonomous Electric Cart on Campus ····· 351
[D7-2] Improving Temporal Consistency of a Pretrained End-to-End Driving Model with Lightweight Multi-Trajectory Refinement ····· 355
[D7-3] Language-Conditioned Lane-Change Learning for VLA Models Using Real-Trajectory Augmentation ····· 359
[D7-4] Development of a Digital Twin-HILS Simulation Environment for Navigation Performance Assessment of LEO-PNT ····· 363

[E1] Radio Interference Mitigation Technologies (1)

[E1-1] Analysis of Interoperability and Key Impact Factors for the S-band ····· 367
[E1-2] Performance Verification of the Blind Adaptive Beamforming Based on Orthogonal Projections for Robust GNSS Navigation ····· 371
[E1-3] Development and Functional Verification of an SDR-Based Conducted Test Environment Combining Live and Simulated GNSS Signals for Spoofing and Jamming ····· 383
[E1-4] CORS-Based Real-Time and Post-Processing Algorithms for GNSS Jamming and Spoofing Detection ····· 387

[E2] Radio Interference Mitigation Technologies (2)

[E2-1] Performance Analysis of Roll Angle Estimation for Rotating Bodies Using an Anti-Jamming GNSS and a Roll-Rate Gyro ····· 391
[E2-2] Data and System Requirements for LEO-Based Geolocation of Terrestrial GNSS Jammers: A Technique-Based Analysis ····· 395
[E2-3] Cross-Validation of AIS/ADS-B-Based GNSS Interference Candidates Using CORS Observations ····· 399
[E2-4] A Study on pntOS Architecture Analysis and Cobra Framework Application for MOSA-Compliant PNT Systems ····· 401

[E3] Augmentation Systems (1)

[E3-1] Monitoring Method for WAD-RNSS Satellite Orbit Determination and Prediction ····· 405
[E3-2] Performance Analysis of a Satellite-Specific Slant Ionospheric Delay Correction Model for the Korean Region ····· 407
[E3-3] Real-time KPOP: Multi-GNSS Ultra-Rapid Orbit Generation and State-Space Representation Modeling of Satellite-Dependent, Ionospheric, and Tropospheric Errors ····· 411
[E3-4] Analysis on Characteristics of SBAS Correction across Multiple SBASs and Review on Combined Positioning Models ····· 413

[E4] Augmentation Systems (2)

[E4-1] Development of an Algorithm for Real-Time Receiver DCB Estimation at Continuously Operating Reference Stations ····· 417
[E4-2] Proposal and Performance Validation of an Ionosphere-Weighted User Algorithm Using Legacy L1 and Dual-Frequency SBAS Corrections ····· 421
[E4-3] A Survey of Fault Monitoring Architectures and Techniques for Carrier-Phase-Based Precise Positioning Network ····· 425
[E4-4] Performance Evaluation of Multi-GNSS and SBAS under Varying Satellite Visibility Conditions ····· 429

[E5] Receivers and Antennas

[E5-1] Fabrication and Performance Test of a Broadband Circular Array Antenna with High-Efficiency ····· 433
[E5-2] Design and Test Evaluation of an FPC based 4-Element Compact Cylindrical Array Antenna for an Anti-Jamming GNSS Receiver ····· 437
[E5-3] Elevation Ambiguity Detection in DoA Estimation Using Relative Attitude Variation ····· 439
[E5-4] Low-Complexity HPBW-Based Two-Level Search for Two-Dimensional DoA Estimation ····· 443

[E6] Signal Processing

[E6-1] Analysis of Code Tracking Loop Distortion Due to Cross-Correlation Interference in GEO GPS L1 C/A Signals ····· 447
[E6-2] Validation of the Performance of Measuring the Roll Angle of GNSS Receivers Using GNSS Simulator ····· 449
[E6-3] A Vehicle Speed Correction Method for Dead Reckoning Using a Residual-Learning Neural Network Based on GNSS Positioning Quality ····· 453
[E6-4] Detection of GPS Flex Power Transition Timing and Analysis of Satellite OSB Variations ····· 457

[E7] Signals and Timing

[E7-1] A Measurement-Based Analysis of NavIC SPS Signals in the L5 and S Bands ····· 461
[E7-2] Comparison of Dynamic Positioning Results of a Low-Cost GNSS Receiver Using Time Synchronization Methods ····· 465
[E7-3] Analysis of QZSS Navigation Error Components for Next-Generation RNSS Navigation Message Design ·· 467
[E7-4] Auto-Correlation-Based PRN Code Design for TWSTFT Uplink Signals ····· 473

[F1] [OS] Navigation Technologies for Rotating Inertial Navigation Systems

[F1-1] Performance comparison of the wander-azimuth frame and the local-level navigation frame in polar region · 477
[F1-2] Analysis of the Effect of Dwell time on Time-Varying Errors in Rotational Inertial Navigation System ····· 481
[F1-3] Comparative Performance Analysis of Mooring Alignment Algorithms for Inertial Navigation Systems under GNSS-Denied Conditions ····· 485
[F1-4] An Inertial Navigation System Alignment Algorithm for Maritime Environments ····· 489

[F2] [OS] Sensor Technologies for Rotating Inertial Navigation Systems

[F2-1] Accelerometer Misalignment Error Character of Rotational INS ····· 493
[F2-2] A Study on the RLG Cathode for 1-mil Class Navigation System ····· 497
[F2-3] Analysis of Magnetic Shielding Structure for Ring Laser Gyroscope ····· 501

[F3] [OS] Korean Navigation Technology Trends (1)

[F3-1] Korean Navigation Technology over the Past 30 Years and Its Future ····· 505
[F3-2] Ground Coverage Performance Analysis of a GEO Ka-Band Reflector Antenna Under Beam Pointing Errors and Its Potential Applicability to Regional Navigation Augmentation and Time Transfer ····· 507
[F3-3] Flight Demonstration of Vision-based Terrain-Referenced Navigation using ICP at High Altitude ····· 511
[F3-4] Navigation Technologies for Autonomous Systems Using Object-Level Perception ····· 515

[F4] [OS] Korean Navigation Technology Trends (2)

[F4-1] Design of a Physics-Constrained Auxiliary Particle Filter Based on Conditional Flow Matching for Passive Bearings-Only Target Tracking ····· 519
[F4-2] Current Status and Future Development Directions of Navigation Technology for GPS-denied Areas ····· 523
[F4-3] Design of an Observable Viability-Envelope-Based Learning-Model Hybrid Control Architecture for UAV Landing on a Moving Platform ····· 525
[F4-4] Current Research on Quantum Algorithms for Information Fusion ····· 529

[F5] [OS] Lunar PNT System Design and Technology Trends (1)

[F5-1] Lunar PNT System Design and Domestic and International Research Trends ····· 533
[F5-2] Miniature Atomic Clocks for Lunar PNT: Development Trends and Current State of Domestic Technology · 537
[F5-3] Development Plan for the Korean Lunar Communications and Navigation Satellite ····· 539

[F6] [OS] Lunar PNT System Design and Technology Trends (2)

[F6-1] Correlation-Aware Orbit Determination of Lunar Navigation Satellites Using ISL ····· 541
[F6-2] Clock Synchronization Aided by Orbit Determination for Lunar Navigation Satellites in Circular Frozen Orbits ····· 545
[F6-3] Design of Lunar PNT Cube-satellites and Development of a Dynamic Simulator for AOCS Ground Testing ···· 549
[F6-4] Lunar PNT User-Segment Positioning Technologies for Surface Exploration and Landing Support in the Lunar South Polar Region ····· 555

[F7] Satellite and Remote Sensing

[F7-1] Analysis of Long-Term Error Variations of QZSS Broadcast Ephemeris ····· 557
[F7-2] A Study on GPS Navigation Message Quality Assessment and Outlier Data Filtering Methods ····· 559
[F7-3] Development of a GNSS Radio Occultation Testbed for LEO Satellites ····· 563
[F7-4] Quality Control Evaluation of GNSS Radio Occultation Planetary Boundary Layer Height Retrieval Using Sharpness Parameter ····· 569

[G4] ICT Applications

[G4-1] Estimating of PSD Coefficients of the Korean Peninsula Using Long-Term Coordinate Time Series Over the 15 Years Following the 2011 Tohoku-Oki Earthquake ····· 573
[G4-2] Crowd-Sourced Wi-Fi Propagation Map Correction and VAP Estimation Using Spatial Interpolation and Hexagonal Grid Filtering ····· 577
[G4-3] Automation and Application of Navigation Software Development Process Using Generative AI ····· 581
[G4-4] A Message State-Change Selection Method Based on IDL Field Change Rates for Navigation Equipment Integration Testing ····· 585

[G5] Alternative Navigation

[G5-1] Sensitivity of eLoran Positioning to the Update Interval of Prediction-Based Temporal ASF Corrections ···· 589
[G5-2] Improving the TOA Stability of an SDR-Based eLoran Receiver through Receiver Clock Frequency Offset Estimation ····· 593
[G5-3] Learning-based Confidence Estimation for Batch Processing Terrain Referenced Navigation ····· 597

[G6] AI and Machine Learning-Based Navigation Technologies (1)

[G6-1] Regression Analysis of Static Pressure Measurement Error During Flight Using a Physics-Informed Neural Network ····· 601
[G6-2] Design and Implementation of a HILS Platform for On-Device Object Detection in UAV Applications ····· 605
[G6-3] Estimation of Smartphone GNSS Measurement Quality Using an Environment-Context ····· 609
[G6-4] MPC-Based Correction Loss for Stabilizing End-to-End Reinforcement Learning Policy Training in Autonomous Racing ····· 613

[G7] AI and Machine Learning-Based Navigation Technologies (2)

[G7-1] Lateral Error Correction of Vehicle Trajectory Using Vision-Based Lane Information ····· 617
[G7-2] Terrain-Aware Residual Reinforcement Learning for Lunar Rover Teleoperation under Bidirectional Communication Delays ····· 623
[G7-3] Robust GNSS Signal Classification Under Label Noise Using Generalized Cross Entropy Loss ····· 627
[G7-4] Reward Function Design for Reinforcement Learning in High-Speed End-to-End Autonomous Racing Agent ····· 631

2. Poster Presentation

[PS-01] Simulation Design for RNSS Performance Analysis according to ISL-Based LEO Constellation Configurations ····· 637
[PS-02] A Fundamental Study on Inter-Satellite-Link-based Orbit Determination Kalman Filter for LEO PNT Satellite ····· 641
[PS-03] Development of an End-to-End Integrated LEO PNT Simulator Through the Extension of a Multi-Constellation, Multi-Frequency GNSS Signal Simulator ····· 645

[PS-04] Vibration Test Configuration and Measurement Methodology for Initial Alignment Evaluation of Guided Munitions Mounted on Rotary-Wing Aircraft ····· 649
[PS-05] FEA-Based Vibration Response Characteristics and Temperature-Dependent Resonance Sensitivity Evaluation of Vibration Isolator for Inertial Measurement Unit ····· 653
[PS-06] Test Configuration for Launcher Vibration Measurement in a Sequential Launch Environment ····· 659
[PS-07] An Investigation on the Performance Comparison by Manufacturing Process (Thin-Film / Thick-Film) of Navigation-Grade Accelerometer Control Circuits ····· 663
[PS-08] Implementation and Validation of an IMU Coning and Sculling Compensation Algorithm for Inertial Navigation Systems ····· 665
[PS-09] Dynamic Hot Start and Integrated Navigation Test Evaluation of The Integrated Navigation System ····· 669
[PS-10] Performance Analysis of Kalman Filter State Configurations for Shipboard Transfer Alignment ····· 673
[PS-11] Design of a Multi-Sensor Integrated Navigation System for Soft Landing of Reusable Launch Vehicles ···· 677
[PS-12] Design and Development of a Hot Start Test Equipment for Anti-Jamming GNSS Receivers ····· 679
[PS-13] Roll Attitude Estimation for Rotating Bodies Using Dual-Antenna Architecture with Separated GNSS Constellation ····· 681
[PS-14] A Technical Study on the Considerations for Navigation System Development of Gun-Launched Guided Munitions ····· 685
[PS-15] Experimental Analysis of Shipboard Flexure Effects on Initial Attitude Alignment Under Actual Maritime Conditions ····· 687
[PS-16] Development of a Flexible Wing Aircraft Model for Simulating Inertial Measurement Unit Signals ····· 691
[PS-17] Design of an Equipment Redundancy Architecture to Enhance Satellite Navigation System Reliability ····· 695
[PS-18] A Study on Long-Term Stability Evaluation of MEMS Inertial Measurement Units ····· 697
[PS-19] Reliability Validation of Multi-Frequency-Based Cycle-Slip Recovery for False-Recovery Mitigation ····· 699
[PS-20] Performance Analysis of MRCC Fault Detection Using Multi-Station GNSS Observation Data ····· 701
[PS-21] Performance Analysis and Improvement Directions of the Klobuchar Model in the Korean Region during the Solar Maximum ····· 705
[PS-22] Evaluation of Time-to-CED Reduction Using Galileo E1-B I/NAV RS-CED ····· 709
[PS-23] Positioning Accuracy Analysis of SBAS-Augmented GPS in Vehicular Environments ····· 713
[PS-24] Visibility Analysis of a GNSS antenna for Reusable Launch Vehicles ····· 717
[PS-25] Performance Analysis of a Multi-Constellation Multi-Frequency Standalone Point Positioning Algorithm with Ionospheric Delay Estimation ····· 721
[PS-26] Implementation and Performance Comparison of GPS/Galileo Dual-Frequency Ionospheric Correction Methods in a Hardware GNSS Receiver ····· 725
[PS-27] Improving Urban GNSS Positioning Using a Pairwise Pseudorange Residual Consistency Graph ····· 729
[PS-28] Performance Evaluation of GPS/Galileo Integrated Navigation Under SBAS Service Unavailability ····· 733
[PS-29] Site Survey Procedures and Practical Considerations for the Establishment of Overseas Monitoring Stations for Satellite Navigation Systems ····· 735
[PS-30] Implementation and Real-Time Validation of the Galileo NTCM-G Ionospheric Model in an Embedded GNSS Receiver ····· 739

[PS-31] Development of an Integrated Performance Analysis Suite for Navigation Payload Design and Verification 743
[PS-32] A Study on the Development of a Vehicle Navigation System for Automatic Detection of Bridge Expansion Joints ····· 745
[PS-33] Implementation of a UWB-based TWR Module for Multi-Agent Relative Positioning ····· 751
[PS-34] Analysis of Dynamic Positioning Accuracy of an Anti-Jamming GNSS Receiver with KASS Integration ··· 753
[PS-35] Analysis of the Operational Status of KASS ground subsystems for the KASS ····· 757
[PS-36] Implementation of a Real-Time SBAS Message Transmission Device for Ground Verification of the GK-3 SBAS Payload ····· 761
[PS-37] A Study on the Status and Processing Architecture of Navigation Message Authentication for Spoofing Resilience ····· 765
[PS-38] Performance Comparison Between DCB and ISC Correction of GPS L5 Signal for L5 Positioning ····· 769
[PS-39] A Study on Noncoherent Integration Count Optimization for Improving Signal Acquisition Performance of GNSS Receivers in Weak Signal Environments ····· 773
[PS-40] A Study on the Maximum Allowable Spacing of GNSS Signal Generators in Tunnel ····· 777
[PS-41] Proposal of an Indoor Performance Verification System for Array Antenna-based Nulling Devices ····· 781
[PS-42] Long-Term Accuracy Analysis of BeiDou Broadcast Ephemeris by Orbit Type ····· 785
[PS-43] Analysis of Long-Term Accuracy Variations in QZSS and BDS Ionospheric Models ····· 787
[PS-44] Enabling Navigation Satellite Operation Automation: Porting Lua to VxWorks 7 on the GR740 Processor · 789
[PS-45] Test Receiver Design for Long-Term Assessment of a Navigation Payload: Real-Time Signal Processing and Offline Statistical Analysis ····· 791
[PS-46] Study on the Performance Certification of the GK3 Satellite SBAS Payload ····· 795
[PS-47] Review of ECSS Standards for KPS Verification and Validation ····· 797
[PS-48] Autonomous Navigation of Mobile Robot in Crowded Pedestrian Environments Using Reinforcement Learning ····· 801
[PS-49] Development of a Compact GNSS Anti-Jamming Device for Unmanned Vehicles ····· 805
[PS-50] StreamPETR-Based Estimation of Near-Range Pedestrian 3D Position and Relative Velocity for a Low-Speed Autonomous Mobile Platform ····· 809
[PS-51] A Conceptual Study on Multi-band RF Miniaturization using AD9310 for GNSS Receivers ····· 813
[PS-52] Analysis of Window Function for OFFT-Based GNSS Interference Excision Filter ····· 817
[PS-53] Analysis of System Link Budget for High Dynamic Range Multi-band GNSS Receiver with Automatic Gain Control ····· 821
[PS-54] An Elegant Workaround for the Right-Hand Rule Violation in Elevation-Azimuth Beamforming Frames: A Quaternion-Based Mirror Transformation Approach ····· 825
[PS-55] Performance Evaluation of an Anti-Jamming Device for Small Drones in a Jamming Environment ····· 829
[PS-56] Development of Gun-hardened, SWaP-C Anti-jamming GNSS Receiver ····· 831
[PS-57] Analysis of Spatial-Response Mismatch between Butler Matrix Conducted Excitation and Plane-Wave Incidence for a Circular Antenna Array with a Central Element ····· 835
[PS-58] Definition and Comparative Analysis of Performance Metrics Anti-Jamming Systems for UAV Applications for Low-SWaP GNSS ····· 839

[PS-59] Field Measurement and Analysis of Radio Frequency Environments in GNSS Bands ····· 843
[PS-60] Short-Term Orbit Determination Performance Analysis of a LEO Satellite Using GPS Observations and a Dynamic Model ····· 847
[PS-61] Anti-jamming Technique Uusing High-speed Doppler Shift of Low-orbit Satellites ····· 849
[PS-62] Comparative Analysis of Ground-based Transmission, Reception, and Ranging Characteristics of UHF and S-Band Navigation Signals for LEO-PNT Systems ····· 851
[PS-63] Development of an SDR-Based RF Transmission and Reception Test Environment for LEO PNT Signal Verification ····· 855
[PS-64] Optimization of 15th-Order Navigation Filter Computation Using Loop Unrolling for Real-Time Guided Weapon Systems ····· 857
[PS-65] A Flight-Phase-Based Radar-Aided Navigation Method for Long-Range Missile Engagement ····· 861
[PS-66] Implementation of Precise Timing Alignment for QKD Systems ····· 867
[PS-67] Implementation of a 1PPS-Based Time Synchronization System Between Heterogeneous Receivers ····· 871
[PS-68] Validation of a Protection Level Estimation Model for Static and Dynamic Receivers Using KASS ····· 875
[PS-69] Development of an Integrated Simulation Environment for Cooperative ROV-USV Missions ····· 879
[PS-70] GNSS Receiver Operation and Vibration Environment in the 4th Flight of Nuri Launch Vehicle ····· 881
[PS-71] Test and Verification Methodology for a Tunnel GPS Signal Service System ····· 885
[PS-72] Development and Implementation of the TGX-Bridge System for GPS Signal Service in Tunnels ····· 889
[PS-73] Analysis of GPS M-Code Signal Availability Using Aircraft Flight Data ····· 893
[PS-74] Analysis of KASS and KDAS Service in Open-Sky and Urban Environments ····· 897
[PS-75] Underwater Target State Estimation in Clutter Using Ontology Based Prior Knowledge ····· 901

2026 IPNT Conference



튜토리얼

Tutorials

2026년 항법시스템학회 정기학술대회

목차

[TS] Tutorials

■ **Tutorial 1** · · ·



Tutorial 1

[TS-1] 해양레이더 영상 처리 기법 및 강화학습 기반 적응형 파라미터 제어

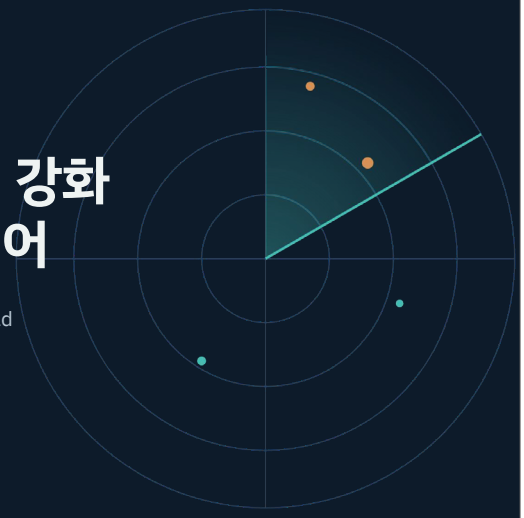
조성필 교수 (한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부)

2026 항법시스템학회 정기학술대회 · 튜토리얼 세션

해양레이더 영상 처리 기법 및 강화 학습 기반 적응형 파라미터 제어

레이더 특성 · 해양환경(Sea Clutter) 모델링 · 강화학습 기반 Gain/Threshold 제어

[한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부 조성필]



INTRODUCTION

튜토리얼의 목표

01 레이더 신호와 영상의 물리

거리·방위 측정, 레이더 방정식, FMCW 수신 체인과 이득 구조가 영상 품질을 어떻게 결정하는지 이해합니다.

02 해양환경과 해면 클러터 모델링

Sea State, 파랑 스펙트럼 (PM·JONSWAP), K-분포를 결합해 실제와 통계적으로 닮은 시뮬레이션 환경을 만듭니다.

03 강화학습 기반 적응형 제어

MDP·벨만 방정식에서 DQN·PPO까지 정리하고, Gain·Threshold 제어를 위한 상태·행동·보상을 설계합니다.

핵심 질문 **시시각각 변하는 바다에서, 탐지 파라미터를 누가·어떻게 조정할 것인가?**

AGENDA

목차

01	해양레이더 특성과 신호 모델	탐지 원리 · 레이더 방정식 · FMCW · 이득 구조
02	해양환경 및 해면 클러터 모델링	Sea State · 산란 · K-분포 · 파랑 스펙트럼 · 시뮬레이션
03	레이더 영상 처리와 CFAR 검출	임계값 딜레마 · CA/GO/OS-CFAR · 처리 체인
04	강화학습 핵심 이론	MDP · 가치함수 · 벨만 방정식 · TD · DQN/PPO
05	강화학습 기반 적응형 파라미터 제어	상태·행동·보상 설계 · 학습 구조 · 평가
—	정리 및 Q&A	핵심 요약 · 참고문헌

01

해양레이더 특성과 신호 모델

레이더가 바다 위의 표적을 어떻게 '보는지', 그리고 그 영상의 품질을 결정하는 물리량과 하드웨어 구조를 정리

탐지 원리 · PPI | 레이더 방정식 · RCS | 수신 신호 모델 | Pulse vs FMCW | FMCW 파라미터 | 3단계 이득 구조 | 기존 클러터 억제

PART 1 · 해양레이더 특성

해양레이더의 정의와 역할

전자기파를 송신하고, 물체에 반사되어 돌아온 에코를 분석해 거리와 방향을 구하는 능동 센서

항해용 레이더는 주로 X-band(약 9 GHz)와 S-band(약 3 GHz)를 사용합니다. X-band는 분해능이, S-band는 우천·해면 클러터 내성이 상대적으로 유리함

충돌 회피
ARPA와 연동해 표적을 자동 추적하고 최근접점(CPA)·도달시간(TCPA)을 계산함

해상 교통 관제
VTS가 항만·연안의 선박 흐름을 감시하고 위험 상황을 조기에 경고함

해양 환경 관측
레이더 영상에 찍힌 해면 반사에서 파랑·해류 정보를 추정함

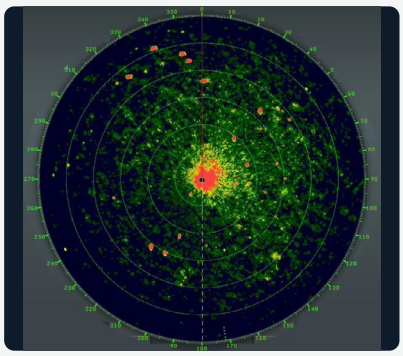
PART 1 · 해양레이더 특성

탐지 원리와 PPI 영상의 형성

$$R = \frac{c\,t}{2}$$

R: 거리 · c: 전파 속도 · t: 왕복 시간

- 왕복 시간 → **거리**: t = 10 μs이면 R ≈ 1.5 km
- 안테나 회전 방위각 θ → **방향**
- (R, θ) 극좌표의 반사 강도를 x = R·sinθ, y = R·cosθ로 사상 → **PPI 영상**
- 영상은 안테나 한 바퀴(스캔)마다 갱신 — 이후 강화학습의 '한 스텝' 단위



실측 해양레이더 PPI 영상 — 중심부 해면 클러터

PART 1 · 해양레이더 특성

레이더 방정식과 RCS

$$P_r = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4 L}$$

P_t 송신전력 · G 안테나 이득 · λ 파장 · σ RCS · L 손실

$$\sigma_c = \sigma^0 A_c, \quad A_c \approx R\theta_B \frac{c\tau}{2} \sec\psi$$

해면 클러터: 정규화 RCS σ^0 × 분해셀 면적 (저입사각 근사)

수신 전력은 R^4에 반비례

원거리 소형 표적일수록 열잡음 대비 신호(SNR)가 급격히 감소

RCS(σ)가 탐지 확률을 좌우

대형 상선은 강한 반사, 소형 FRP 보트는 약한 반사 — 소형선은 악천후에서 탐지 사각지대가 됨

클러터는 R에만 반비례

클러터 면적이 R에 비례해 커지므로 SCR ∝ 1/R — 근거리는 **클러터 제한** 영역임

PART 1 · 해양레이더 특성

수신 신호 모델과 성능 지표

$$r(t) = s(t) + c(t) + n(t) + j(t)$$

$s(t)$
표적 반사
선박·부이 등 탐지하려는 신호

$c(t)$
해면 클러터
파도·바람에 의한 난반사, 비가우시안

$n(t)$
열잡음
수신기 내부 잡음, 가우시안

$j(t)$
간섭·재밍
타 레이더 간섭 등 외부 신호

SNR 신호 / 열잡음

SCR 신호 / 클러터

SINR 신호 / (클러터 + 잡음 + 간섭)

악천후에서는 c(t)가 급증 — 해양레이더 성능저하의 주요원인은 해면클러터

PART 1 · 해양레이더 특성

Pulse 레이더와 FMCW 레이더

구분	Pulse 레이더	FMCW 레이더
측정 원리	짧고 강한 펄스의 왕복 시간 지연	선형 주파수 변조(Chirp) 연속 송신, 송·수신 주파수 차(비트 주파수)
근거리	송신 중 수신 차단 → 최소 탐지 거리(사각) 존재	연속 송수신 → 근거리 사각 없음
송신 전력	고출력 → 장거리 탐지 유리	저전력으로 정밀 측정
데이터 특성	불연속, 상대적으로 낮은 밀도	연속·고밀도 데이터 (신호처리 부담 큼)
클러터 억제	STC · FTC · MTI (아날로그 중심)	HPF · 2D-FFT · CFAR (디지털 중심)

강화학습 관점 연속·고밀도 데이터와 디지털 파라미터 제어 — FMCW가 학습 환경으로 적합함

PART 1 · 해양레이더 특성

FMCW Chirp 파라미터와 성능식

- B **대역폭** — Chirp의 주파수 변화 폭 → 거리 분해능 결정
- T_c **첩 주기** — 한 Chirp 송신 시간 → 최대 거리·속도 측정에 영향
- $S = B/T_c$ **기울기** — 같은 거리에서의 비트 주파수 크기 → ADC와 균형 필요
- f_c **중심 주파수** — 파장 λ 결정 → 반사 특성·안테나 크기

$$f_b = \frac{2SR}{c}$$
비트 주파수

$$\Delta R = \frac{c}{2B}$$
거리 분해능

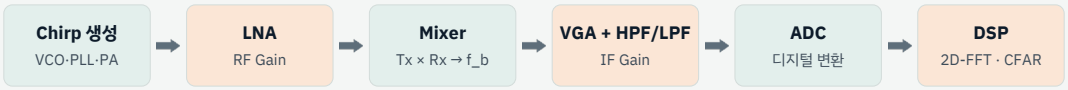
$$R_{max} = \frac{f_s\, c}{2S}$$
최대 거리 (복소 IQ 샘플링)

$$v_{max} = \frac{\lambda}{4T_c}$$
최대 측정 속도

예: B = 150 MHz이면 ΔR = 1 m. 분해능·최대거리·최대속도는 서로 맞물려 있어 함께 설계해야 함

PART 1 · 해양레이더 특성

FMCW 수신 체인과 3단계 이득 구조



RF Gain · LNA

안테나 직후 1차 증폭. 시스템 잡음지수(NF)를 결정함. 과다하면 근거리 클러터로 믹서가 포화되어 수신 체인이 블라인드 상태가 됨.

IF Gain · VGA + 필터

비트 주파수를 증폭하며 HPF로 근거리(낮은 f_b) 클러터를 감쇠함. 운용자의 'Sea' 다이얼이 실제로 바꾸는 것이 필요함.

Digital Gain · DSP

ADC 이후 디지털 정규화와 FIR/IIR 필터링. 비트 오버플로를 관리하고, 이어지는 CFAR의 품질을 결정함.

이득 설정 오류는 포화 · 오경보 · FFT 품질 저하로 직결 됨

PART 1 · 해양레이더 특성

기존 클러터 억제 장치와 한계

기법	원리	효과	부작용
STC	근거리 수신 감도를 거리 함수로 낮춤	근거리 해면 클러터 억제	근거리 소형 표적까지 약화
FTC	신호를 미분(짧은 시정수)해 넓게 퍼진 반사 제거	강우·기상 클러터 감소	약한 확장 표적 손실
Gain	수신 신호 전체 증폭 수준 조절	전체 밝기·감도 결정	표적과 노이즈가 함께 변함
MTI / Doppler	속도(도플러)로 정지·이동 성분 분리	이동 표적 강조	저속 선박·해면 운동과 혼동
Scan Averaging	여러 스캔을 평균	비상관 클러터 감소	고속 표적 번짐·지연

공통 한계 운용자 다이얼로 고정 설정 → 변하는 Sea State를 추종하지 못하고, 결과가 숙련도에 의존

02

해양환경 및 해면 클러터 모델링

실제 바다와 통계적으로 같은 클러터를 모사가 요구됨. 해상 상태 → 산란 물리 → 통계 분포 → 파랑 스펙트럼 → 시뮬레이션 순으로 모사.

Sea State | 해면 산란 메커니즘 | Texture × Speckle | K-분포 | Rayleigh · Weibull · Lognormal · Gamma | PM · JONSWAP 스펙트럼 | 클러터 생성 파이프라인 | 시뮬레이션 결과

PART 2 · 해양환경 모델링

Sea State와 레이더 영상의 변화

Sea State 바람에 의한 풍랑과 먼바다의 너울이 결합된 해상 상태 지표(WMO 0–9단계). 같은 레이더라도 Sea State에 따라 영상이 달라짐.

환경	영상 특징	물리적 원인	탐지 영향
Calm Sea	어둡고 균일, 약한 점 형태 클러터	해면 산란 약함(Bragg 산란 약함)	SNR 높음, 탐지 용이
High Sea State	밝고 거칠며 스파이크 클러터 발생	파고 증가, 입사각 변화, 비선형 파동	오경보 증가, 도플러 확산
Rain	화면 전체 밝기 증가(안개처럼 확산)	체적 산란 + 감쇠	약한 표적 소실, 탐지거리 감소
Storm	매우 밝고 무작위, 구조 없음	다중 산란 + 복합 환경	SNR 급락, 탐지 거의 불가

PART 2 · 해양환경 모델링

Sea State와 레이더 영상의 변화 Sea state 상태 추가

Sea State 바람에 의한 풍랑과 먼바다의 너울이 결합된 해상 상태 지표(WMO 0–9단계). 같은 레이더라도 Sea State에 따라 영상이 달라짐.

환경	영상 특징	물리적 원인	탐지 영향
Calm Sea	어둡고 균일, 약한 점 형태 클러터	해면 산란 약함(Bragg 산란 약함)	SNR 높음, 탐지 용이
High Sea State	밝고 거칠며 스파이크 클러터 발생	파고 증가, 입사각 변화, 비선형 파동	오경보 증가, 도플러 확산
Rain	화면 전체 밝기 증가(안개처럼 확산)	체적 산란 + 감쇠	약한 표적 소실, 탐지거리 감소
Storm	매우 밝고 무작위, 구조 없음	다중 산란 + 복합 환경	SNR 급락, 탐지 거의 불가

PART 2 · 해양환경 모델링

해면 산란 메커니즘

Bragg 공진 산란

레이더 파장과 공진하는 짧은 표면파($\Lambda = \lambda / 2\cos\psi$)가 후방 산란을 주도함. X-band에서는 수 cm 길이의 잔물결임.

장파에 의한 변조

너울·풍랑의 기울기가 국부 입사각을 바꾸고 저입사각에서는 그림자를 만들며 이것이 클러터의 느린 성분(Texture)이 됨.

쇄파와 Sea Spike

부서지는 파도 마루에서 짧고 강한 비-Bragg 반사가 발생. 표적처럼 보이는 순간 반사가 오경보의 주원인임.

강우 체적 산란

빗방울이 전파를 사방으로 흩뿌리고 감쇠시며 넓게 퍼진 구름 형태 클러터와 탐지거리 감소를 일으킴.

PART 2 · 해양환경 모델링

복합 가우시안 모델: Texture × Speckle

해면 클러터 진폭 x를 **느리게 변하는 국부 전력**과 **빠르게 변하는 간섭 성분**의 곱.

$$x = \sqrt{\tau} \cdot |s|$$

TEXTURE τ

거시적 파랑 변화

- 너울·풍랑에 의한 국부 평균 전력
- 수 초 단위로 변하고 공간 상관이 큼
- Gamma 분포

×

SPECKLE s

미세 간섭

- 다수 산란체의 위상 간섭
- 수 ms 단위로 변하고 펄스 간 비상관
- Rayleigh 진폭 (복소 가우시안)

=

CLUTTER x

K-분포

- Texture가 큰 곳 × 강한 Speckle → Sea Spike
- Heavy-tail: 큰 값이 무시할 수 없는 빈도로 발생

PART 2 · 해양환경 모델링

K-분포: 해면 클러터의 사실상 표준

$$p(x) = \frac{4}{a\Gamma(\nu)} \left(\frac{x}{a}\right)^{\nu} K_{\nu-1}\left(\frac{2x}{a}\right)$$

K: 제2종 변형 베셀 함수 · ν: 형상(shape) · a: 척도(scale)

$$\frac{\langle I^2 \rangle}{\langle I \rangle^2} = 2\left(1 + \frac{1}{\nu}\right)$$

강도 I = x²의 정규화 2차 모멘트로 ν를 추정 (모멘트법)

ν → 0.1

매우 spiky, 거친 바다

ν → ∞

Rayleigh로 수렴, 잔잔

장점

실측 고분해능·거친 해상 데이터와 가장 잘 일치하며, Texture·Speckle의 물리적 해석이 가능함.

단점

베셀 함수 계산이 무겁고 역함수가 닫힌 형태로 없음. ν는 풍속·파향·입사각에 따라 실시간으로 변해 정확한 추정이 어려움.

PART 2 · 해양환경 모델링

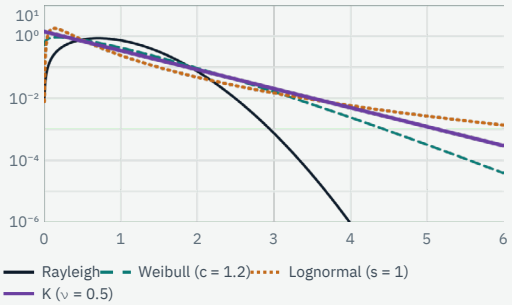
비교 분포: Rayleigh · Weibull · Lognormal · Gamma

Rayleigh	$p(x)=\frac{2x}{P}\exp\left(-\frac{x^2}{P}\right)$	잔잔한 해면·열잡음. 단순하고 빠르지만 Sea Spike를 반영하지 못해 오경보율을 과소 예측함.
Weibull	$p(x)=\frac{c}{b}\left(\frac{x}{b}\right)^{c-1}\exp\left[-\left(\frac{x}{b}\right)^{c}\right]$	형상 c로 꼬리를 조절하는 유연한 모델. 지상·저입사각 클러터에 쓰이나 물리적 근거가 약함.
Lognormal	$p(x)=\frac{1}{xs\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{(\ln x-\mu)^2}{2s^2}\right]$	매우 두꺼운 꼬리. 극단적 스파이크 모사에 강하지만 일반 해상에서는 오경보율을 과대 평가함.
Gamma	$p(\tau)=\frac{(\nu/\mu)^{\nu}}{\Gamma(\nu)}\tau^{\nu-1}e^{-\nu\tau/\mu}$	Texture(국부 평균 전력) 자체의 분포. K-분포의 재료이며 Speckle이 없어 단독으로는 불완전함.

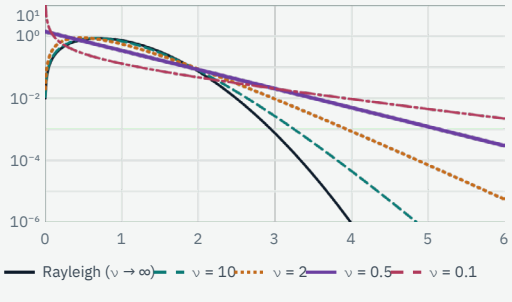
PART 2 · 해양환경 모델링

꼬리 영역이 오경보를 결정

분포 모델 비교



K-분포: 형상 파라미터 ν의 영향



가로축: 진폭 x (평균 전력 E[x²] = 1로 정규화) · 세로축: 확률밀도 (로그)

PART 2 · 해양환경 모델링

분포 모델 비교와 선택

분포	물리적 근거	꼬리	임계치 설정 시 결과
Rayleigh	다수 독립 산란체 (중심극한정리)	얇음	임계치 과소 설정 → 가짜 표적 폭증
Weibull	경험적 형상 맞춤	중간	해상 변화에 따른 유연한 조정 한계
Lognormal	로그가 정규분포	매우 두꺼움	임계치 과대 설정 → 소형 표적 미탐
Gamma	Texture만 반영	—	순간 스파이크 미반영, 단독 기준 불가
K-분포	Texture × Speckle 결합	균형	최소 오경보·최대 탐지의 균형점 산출

→ 시뮬레이션 환경의 해면 클러터는 K-분포로 생성하고, ν를 Sea State에 연동함.

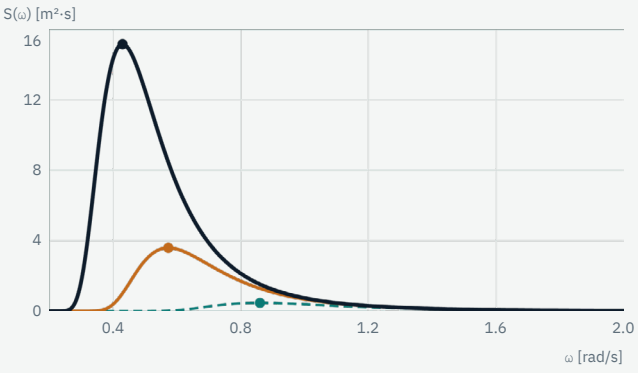
PART 2 · 해양환경 모델링

Pierson–Moskowitz 파랑 스펙트럼

$$S(\omega)=\frac{\alpha g^2}{\omega^5}\exp\left[-\beta\left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)^4\right]$$

- $\alpha \approx 0.0081$, $\beta \approx 0.74$
- $\omega_0 = g / U_{19.5}$ (19.5 m 높이 풍속)
- 완전 발달 해양 가정, 풍속만으로 결정
- 풍속↑ → 피크가 저주파로 이동

U = 10 m/s → Hs ≈ 2.1 m, Tp ≈ 7.3 s
U = 15 m/s → Hs ≈ 4.8 m, Tp ≈ 11.0 s
U = 20 m/s → Hs ≈ 8.6 m, Tp ≈ 14.6 s



PART 2 · 해양환경 모델링

JONSWAP 스펙트럼과 Hs · Tp 파라미터화

$$S_J(\omega) = S_{PM}(\omega)\gamma^r, \quad r = \exp\left[-\frac{(\omega-\omega_p)^2}{2\sigma^2\omega_p^2}\right]$$

$\gamma \approx 3.3$ (피크 강화 계수) · $\sigma = 0.07$ ($\omega \le \omega_p$), 0.09 ($\omega > \omega_p$)

PM 스펙트럼

- 풍속만으로 정의
- 완전 발달(무한 취송거리) 가정
- 외해·장시간 바람

JONSWAP 스펙트럼

- PM에 피크 강화 항 γ^r 추가
- 발달 중인 바다, 제한된 취송거리
- 연안·반폐쇄 해역에 적합

시뮬레이션 파라미터화

- Hs, Tp로 해상 상태를 직접 지정
- $Hs = 4\sqrt{m_0}$, $Tp = 2\pi / \omega_p$
- ν와 함께 Sea State 벡터 구성

PART 2 · 해양환경 모델링

해면 클러터 생성 파이프라인

① **Sea State 입력**
U, Hs, Tp, ν

→

② **파랑 스펙트럼**
PM / JONSWAP으로 $S(\omega)$ 계산

→

③ **해면 생성**
랜덤 위상 IFFT → 수면 $\eta(x, y, t)$

→

④ **클러터 합성**
Texture(σ^0 변조) × Speckle → K-분포

→

⑤ **FMCW 영상**
표적 + 비트 신호 → 2D-FFT → PPI

출력

스캔별 레이더 영상과 **정답 표적 위치**(ground truth) — 보상 계산에 직접 사용됨.

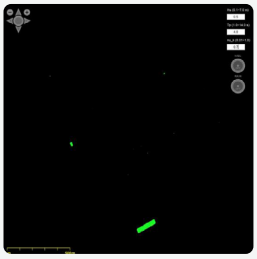
이벤트 모사

이상파랑(가우시안 시간 포락선으로 커졌다 사라지는 거대 파도), 수신기 포화 블랭킹, 표적 이동.

PART 2 · 해양환경 모델링

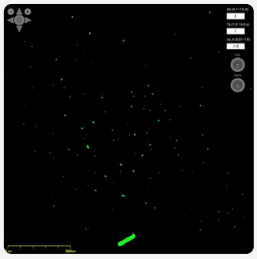
Sea State별 시뮬레이션 결과

Sea State가 높아질수록(ν 감소) 클러터 밀도와 군집, 불규칙한 Sea Spike가 함께 증가함.



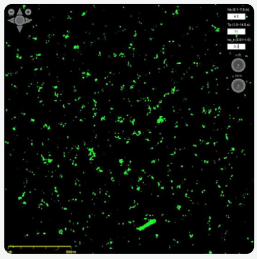
잔잔

Hs 0.5 m · Tp 4 s · ν 0.7



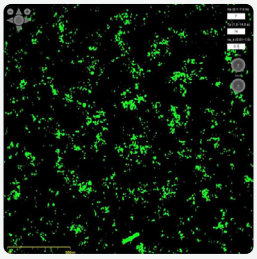
보통

Hs 2 m · Tp 7 s · ν 0.5



거침

Hs 4.5 m · Tp 11 s · ν 0.3



태풍

Hs 7 m · Tp 14 s · ν 0.1

03

레이더 영상 처리와 CFAR 검출

클러터 통계를 알았다면, 이제 '어디서부터 표적인가'를 정해야 합니다. 임계값 설정의 딜레마와 적응형 임계값(CFAR), 그리고 처리 체인 속 조정 파라미터를 정리합니다.

고정 임계값의 딜레마 | Pd · Pfa · Neyman–Pearson | CFAR 셀 구조 | CA-CFAR 스케일 팩터 | GO · SO · OS-CFAR | 처리 체인과 조정 파라미터

PART 3 · 영상 처리와 검출

고정 임계값의 딜레마

잔잔한 바다 기준으로 고정

거친 바다에서 화면 전체가 파도 반사에 의한 **오경보** 발생.

거친 바다 기준으로 고정

잔잔한 바다의 소형 보트 등 약한 표적까지 **미탐지**됨.

- Pfa = P(x > T | 표적 없음), Pd = P(x > T | 표적 있음)
- Neyman–Pearson: Pfa 고정, Pd 최대화
- Rayleigh: Pfa = 10^{-6} → $T^2/P \approx 13.8$

$$P_{FA} = \exp\left(-\frac{T^2}{P}\right)$$

Rayleigh 클러터의 오경보 확률

같은 임계값, K-분포 클러터라면

$\approx 5\times10^{-3}$

$\nu = 0.5$, 평균 전력 동일 조건의 계산값. 설계 목표 10^{-6} 대비 약 5,000배의 오경보가 발생합니다.

PART 3 · 영상 처리와 검출

CFAR의 원리: CUT · Guard · Training Cell

T	T	T	T	T	T	G	G	CUT	G	G	T	T	T	T	T	T

Range-Doppler 맵(또는 PPI 거리 방향) 위를 슬라이딩하며 모든 셀을 검사

Training Cell

CUT 바깥 참조 영역. 주변 클러터 수준 Z를 추정함.

Guard Cell

CUT 바로 옆 완충 영역. 표적 에너지 누설이 평균에 섞이는 것을 막음.

CUT

Cell Under Test. '여기에 표적이 있는가'를 판정하는 셀임.

$$T = \alpha \cdot Z, \quad Z = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

CUT > T → **표적** · CUT ≤ T → **클러터/잡음**

α: 원하는 Pfa를 맞추는 스케일 팩터 · N: 참조 셀 수

PART 3 · 영상 처리와 검출

CA-CFAR의 스케일 팩터와 CFAR 손실

$$\alpha = N\left(P_{FA}^{-1/N} - 1\right)$$

제곱 검파 · 지수(Rayleigh 진폭) 클러터 가정

21.9

α (N = 16, Pfa = 10^{-6})

2.0 dB

CFAR 손실 (이상적 13.8 대비)

N = 32이면 α ≈ 17.3, 손실 ≈ 1.0 dB — 참조 셀이 많을수록 추정이 안정되지만 공간 해상도는 떨어짐.

K-분포 클러터에서는

위 α는 지수 분포 가정에서만 Pfa를 보장합니다. Heavy-tail 클러터에서는 같은 α로도 실제 Pfa가 커지므로 α를 ν에 맞춰 키워야 함.

시사점

최적 α는 ν, 즉 Sea State의 함수 → 환경에 따라 α를 조정하는 상위 제어기가 필요함.

PART 3 · 영상 처리와 검출

CFAR 변형 알고리즘 비교

알고리즘	기준 잡음 Z 추정	장점	단점	적합 환경
CA-CFAR	양쪽 참조 셀 전체 평균	연산 빠름, 구현 단순	클러터 경계·다중 표적에 취약	균일한 클러터
GO-CFAR	좌·우 평균 중 큰 값	클러터 경계에서 오경보 억제	다중 표적 시 탐지율 저하	클러터 경계(근거리 링)
SO-CFAR	좌·우 평균 중 작은 값	인접 표적 마스킹 완화	클러터 경계에서 오경보 증가	표적 밀집, 균일 배경
OS-CFAR	정렬 후 k번째 값 (보통 k ≈ 3N/4)	다중 표적 마스킹에 강인	정렬 연산량 큼	항만·항로 등 표적 밀집

어떤 CFAR을, 어떤 α · N · Guard로 쓸지 역시 환경에 따라 달라지는 선택 변수임.

PART 3 · 영상 처리와 검출

처리 체인 속 조정 파라미터

수신 이득	STC	FTC	2D-FFT	CFAR	스캔 적분·추적
RF · IF Gain	**거리별 감쇠 곡선**	**미분 시정수**	**윈도우 · 적분 길이**	**α · N · Guard**	**프레임 수 · 게이트**
포화 vs 감도	근거리 클러터 vs 소형 표적	강우 억제 vs 확장 표적	사이드로브 vs 분해능	오경보 vs 미탐	안정성 vs 지연

왜 어려운가

- 파라미터 간 결합: Gain을 바꾸면 CFAR 입력 통계도 변함
- 최적값이 Sea State·거리·방위·선박 유형에 의존
- 현재 선택이 다음 스캔의 영상·추적 품질에 영향

문제의 재정의

레이더 파라미터 조정 = 불확실한 환경에서의 순차적 의사결정 문제

해양레이더 영상 처리 & 강화학습 기반 적응형 파라미터 제어 31 / 50

04

강화학습 핵심 이론

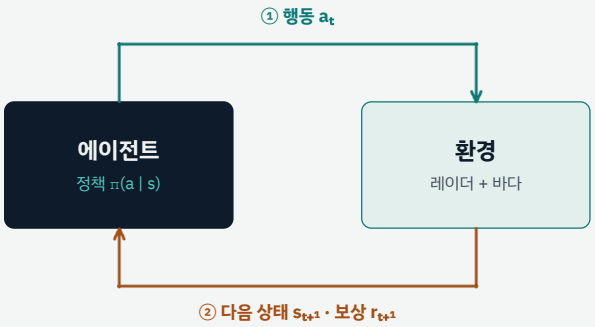
정답 레이블 없이 보상 신호만으로 순차적 의사결정을 학습하는 틀을 정리. MDP와 벨만 방정식에서 시작해 TD 학습, DQN, PPO를 다룸.

에이전트–환경 루프 | MDP (S, A, P, R, γ) | Return · 가치함수 | 벨만 기대·최적 방정식 | Softmax 정책과 탐색 | MC vs TD | Q-learning · DQN | Policy Gradient · PPO

해양레이더 영상 처리 & 강화학습 기반 적응형 파라미터 제어 32 / 50

PART 4 · 강화학습 이론

강화학습: 에이전트와 환경의 상호작용



지도학습
정답 레이블로 학습 — 입력별 정답이 필요

비지도학습
데이터의 구조·군집을 학습

강화학습
보상 신호만으로 학습 — 행동이 미래 데이터를 바꿈

목표: 누적 보상을 최대화하는 정책 π를 시행착오로 학습

PART 4 · 강화학습 이론

마르코프 결정 과정(MDP)

S	A	P	R	γ
State	**Action**	**Transition**	**Reward**	**Discount**
에이전트가 관찰하는 상태	선택 가능한 행동의 집합	P(s′ | s, a) 상태 전이 확률	R(s, a, s′) 행동의 결과 평가	미래 보상의 할인율
클러터 통계, 현재 Gain·Threshold	Gain·α 증감	다음 스캔의 영상 변화	탐지 +, 오경보 −	장기 탐지 품질 중시

$$P(S_{t+1} \mid S_t, A_t) = P(S_{t+1} \mid S_t, A_t, S_{t-1}, A_{t-1}, \ldots, S_0)$$

마르코프 성질

미래는 과거 이력이 아니라 **현재 상태**로 결정된다고 가정함. 레이더에서는 여러 스캔을 쌓은 상태로 이 가정을 근사함.

PART 4 · 강화학습 이론

누적 보상(Return)과 가치 함수

$$G_t = \sum_{k=0}^{\infty} \gamma^k R_{t+k+1} = R_{t+1} + \gamma R_{t+2} + \gamma^2 R_{t+3} + \cdots$$

할인율 γ ∈ [0, 1): 0에 가까우면 즉각적 보상, 1에 가까우면 장기적 보상을 중시

상태 가치 함수

$$v_\pi(s) = \mathbb{E}_\pi[G_t \mid S_t = s]$$

정책 π를 따를 때 상태 s에서 기대되는 누적 보상

행동 가치 함수 (Q-함수)

$$q_\pi(s, a) = \mathbb{E}_\pi[G_t \mid S_t = s, A_t = a]$$

상태 s에서 행동 a를 한 뒤 π를 따를 때의 기대 누적 보상

레이더 보상 예시

탐지 성공 **+1**

오경보 **−1**

미탐지 **−5**

미탐의 위험이 더 크므로 더 큰 패널티

PART 4 · 강화학습 이론

벨만 방정식

벨만 기대 방정식

"이 정책을 따르면 가치는?"

$$v_\pi(s) = \sum_a \pi(a|s) \sum_{s'} P(s'|s, a)\left[R + \gamma v_\pi(s')\right]$$

벨만 최적 방정식

"가장 좋은 행동을 하면?"

$$q_*(s, a) = \sum_{s'} P(s'|s, a)\left[R + \gamma \max_{a'} q_*(s', a')\right]$$

재귀 구조

현재 가치 = 즉시 보상 + 할인된 다음 상태 가치. 미래 전체를 직접 계산하지 않고도 장기 가치를 계산.

왜 기댓값인가

같은 행동에도 해면 클러터처럼 다음 상태가 확률적으로 달라지므로, 가능한 미래를 확률로 가중 평균함.

알고리즘과의 연결

DQN은 최적 방정식(max)을, PPO는 기대 방정식 기반 정책 평가를 활용함.

PART 4 · 강화학습 이론

정책과 탐색 전략

$$\pi(a_i|s) = \frac{e^{z_i/\tau}}{\sum_j e^{z_j/\tau}}$$

Softmax 정책 · τ: 온도 파라미터 (볼츠만 분포)

- τ ↑ → 확률이 평평 → **탐색** 증가
- τ ↓ → 큰 z에 확률 집중 → **이용** 강화
- 결정론적 정책: 상태별로 행동 하나 · 확률적 정책: 분포에서 샘플링 (누적분포 + 난수)

탐색–이용 딜레마

탐색만 하면 배운 것을 쓰지 못하고, 이용만 하면 더 나은 전략을 찾지 못함.

ε-greedy	확률 ε로 무작위, 1 − ε로 최선의 행동 (DQN 기본)
UCB	덜 시도한 불확실한 행동에 보너스 부여
엔트로피 정규화	정책 엔트로피를 보상에 더해 다양성 유지 (SAC)

PART 4 · 강화학습 이론

Monte Carlo와 TD 학습

Monte Carlo

$$V(S_t) \leftarrow V(S_t) + \alpha[G_t - V(S_t)]$$

TD(0) 학습

$$V(S_t) \leftarrow V(S_t) + \alpha\,\delta_t$$
$$\delta_t = R_{t+1} + \gamma V(S_{t+1}) - V(S_t)$$

구분	Monte Carlo	TD 학습
업데이트 시점	에피소드 종료 후	매 스텝 (실시간)
추정 대상	실제 Return G_t	$r + \gamma V(s')$ (부트스트랩)
편향 / 분산	편향 없음 / 분산 큼	편향 있음 / 분산 작음
연속 작업	부적합 (끝이 있어야 함)	적합 (무한 루프 가능)

δ > 0: 예상보다 좋았음 → V 올림
δ < 0: 예상보다 나빴음 → V 내림

레이더 운용은 끝이 없는 연속 작업 → TD 계열이 적합

PART 4 · 강화학습 이론

대표 알고리즘: DQN과 PPO

VALUE-BASED

Q-learning → DQN

$$Q(s,a) \leftarrow Q(s,a) + \alpha\left[r + \gamma \max_{a'} Q(s',a') - Q(s,a)\right]$$

- 벨만 최적 방정식으로 Q를 점진 갱신 (off-policy)
- DQN: Q-테이블 → 심층 신경망
- 경험 재현 버퍼: 경험을 저장 후 무작위 추출해 상관 제거
- 타깃 네트워크로 학습 안정화 · 이산 행동 공간

POLICY-BASED

Policy Gradient → PPO

$$\nabla_\theta J = \mathbb{E}\left[\nabla_\theta \log \pi_\theta(a|s)\,\hat{A}\right]$$

$$L^{CLIP} = \mathbb{E}\left[\min\left(r_t\hat{A}_t,\ \mathrm{clip}(r_t, 1-\varepsilon, 1+\varepsilon)\hat{A}_t\right)\right]$$

- 정책을 직접 미분해 갱신, log는 드물게 고른 행동의 성과를 크게 반영
- PPO: 확률비 r_t를 $[1-\varepsilon, 1+\varepsilon]$로 클리핑해 급격한 정책 변화 방지
- 학습이 안정적 · 연속 행동 공간 처리 가능

PART 4 · 강화학습 이론

알고리즘 비교와 레이더 제어 적합성

알고리즘	분류	행동 공간	데이터	특징 · 레이더 제어 적용
Q-learning	가치 기반	이산 (소규모)	Off-policy	Q-테이블 · 조합이 적은 초기 검증
DQN	가치 기반	이산	Off-policy	Gain/α 단계 조정 (예: 9개 행동)
PPO	정책 기반	이산 · 연속	On-policy	클리핑으로 안정적 · 연속 Gain·α 동시 제어
SAC	Actor-Critic	연속	Off-policy	엔트로피 최대화 · 연속 제어 + 탐색
A3C	Actor-Critic	이산 · 연속	On-policy	비동기 병렬 · 다수 Sea State 동시 학습

Model-free

시행착오로 직접 학습 (DQN · PPO · SAC). 구현이 간단하지만 샘플 효율이 낮음.

Model-based

환경 모델을 학습해 그 안에서 계획 (MuZero · Dreamer). 샘플 효율이 높아 실측 데이터가 적을 때 유리함.

05

강화학습 기반 적응형 파라미터 제어

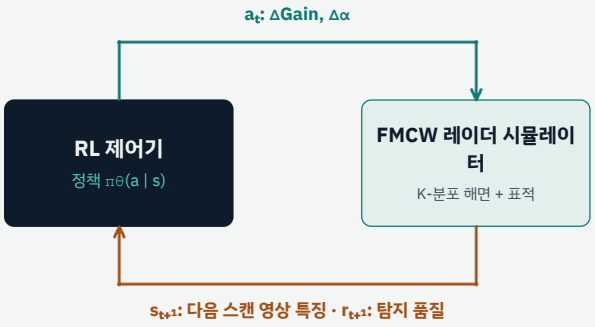
Part 2의 해양환경 모델과 Part 4의 강화학습을 결합합니다. 레이더 파라미터 제어를 MDP로 정식화하고, 상태·행동·보상과 학습·평가 구조를 설계합니다.

문제 정식화 | State 설계 | Action 설계 | 보상 함수 | 선박 유형별 가중치 | 학습 시스템 구조 | 평가와 실용화 과제

해양레이더 영상 처리 & 강화학습 기반 적응형 파라미터 제어 41 / 50

PART 5 · 적응형 파라미터 제어

레이더 파라미터 제어의 MDP 정식화



한 스텝
안테나 한 바퀴(스캔) = 영상 한 프레임

한 에피소드
Sea State가 서서히 또는 급격히 변하는 다수의 스캔

목표
오경보는 억제하고 표적은 유지하는 장기 탐지 품질 최대화

해양레이더 영상 처리 & 강화학습 기반 적응형 파라미터 제어 42 / 50

PART 5 · 적응형 파라미터 제어

State 설계: 에이전트가 보는 것

영상 통계 특징

- 거리 링별 평균·분산 클러터 레벨
- 정규화 2차 모멘트 → ν^ (spikiness)
- CFAR 검출 수와 공간 분포
- 잔류 클러터 면적 비율

현재 제어 상태

- 현재 Gain(RF/IF/Digital)
- 현재 α · STC 설정
- 직전 행동과 그 변화량
- 직전 보상

환경 정보 (가용 시)

- Hs · Tp 또는 풍속·풍향
- 강우 여부
- 자선 속도·안테나 높이
- 선박 유형(연안선/대형선)

설계 원칙

- 모든 특징을 정규화해 스케일 차이를 제거
- 여러 스캔을 쌓아(frame stacking) 마르코프 성질을 근사

대안: 영상 직접 입력

PPI 영상을 CNN 인코더로 입력 — 표현력은 크지만 학습량과 시뮬레이션 사실성 요구가 커짐.

PART 5 · 적응형 파라미터 제어

Action 설계: Gain과 Threshold 복합 제어

Gain (수신 이득)

수신 신호 전체를 비례적으로 증폭·감쇄함. **표적과 노이즈가 함께** 밝아지거나 어두워짐.

Threshold (임계값 · α)

기준 미만의 약한 신호를 제거하며 너무 높으면 약한 표적까지 소멸하고, 너무 낮으면 노이즈가 남음.

이산 행동 · DQN

$\{-\Delta, 0, +\Delta\}^2 = 9$개

Gain과 α 각각을 내림·유지·올림 — 해석이 쉽고 안전 범위 관리가 간단함.

연속 행동 · PPO / SAC

(g, α) 연속값

tanh 출력을 물리 범위로 스케일링 — 세밀한 제어, STC 곡선 계수까지 확장 가능함.

안전 제약

- 스캔당 변화율 제한 (화면 깜빡임 방지)
- RF 이득 상한 (믹서 포화 방지)
- α 하한 (오경보 폭증 방지)

PART 5 · 적응형 파라미터 제어

보상 함수 설계

$$R = w_1 \rho_{\text{track}} - w_2 N_{\text{FA}} - w_3 C_{\text{res}} + w_4 B_{\text{bal}}$$

ρ 표적 유지율 · N 오경보 수 · C 잔류 클러터 · B 균형 보너스 · w₁–w₄ 가중치

+ w₁ · 표적 유지율
이전 스캔 대비 표적이 유지되는 비율

− w₂ · 오경보 수
클러터를 표적으로 오인한 횟수

− w₃ · 잔류 클러터
억제 후 남은 클러터 강도

+ w₄ · 균형 보너스
표적 유지와 클러터 억제를 동시 달성

보상 해킹
임계값 최대 → 오경보 0, 표적도 소멸 → 유지율 항·최대 억제 패널티로 차단

희소 vs 밀집
탐지만 보상하면 느리고, 매 스캔 보상은 부작용 위험 → 조합

지연 보상
효과가 수 스캔 뒤 추적 품질로 나타남 → γ와 TD로 신용 할당

PART 5 · 적응형 파라미터 제어

운용 특성을 반영한 보상 가중치

항목	연안선	대형선박
안테나 높이	낮음	매우 높음
탐지 거리	짧음	매우 김
Clutter 영향 증가 시점	파고 약 2–2.5 m부터	파고 약 4 m부터 (clutter ring 확대)
주요 위험	근거리 소형 표적(FRP 선박) 충돌	근거리 소형 선박 탐지 누락
운용 방식	수동 조정 비중 큼	AIS · ECDIS 연동, 자동화 비중 큼

연안선: w₁↑ ↑ · w₂↑
소형 표적을 놓치면 충돌 위험. 최대 억제 설정 시 큰 패널티로 표적까지 지우는 행동을 차단함.

대형선박: w₂↑ ↑ · w₃↑
광역 오경보와 clutter ring 범위를 관리하고, 장거리 표적 유지 보상을 추가함.

같은 보상 수식, 다른 가중치 — 운용 목적을 보상에 반영하는 것이 설계의 핵심.

PART 5 · 적응형 파라미터 제어

학습 시스템 구조와 학습 전략

Sea State 샘플러
Hs · Tp · ν, 강우, 선박 유형

→

클러터·표적 생성
스펙트럼 → K-분포 → FMCW

→

영상 처리 체인
Gain → STC → CFAR (에이전트 파라미터)

→

보상 계산
정답 표적 위치와 비교

→

정책 업데이트
DQN 재현 버퍼 / PPO 롤아웃

커리큘럼 학습
잔잔 → 보통 → 거침 → 태풍 순으로 난이도를 높여 초기 학습을 안정화

도메인 랜덤화
ν, Hs, Tp, RCS, 잡음 수준을 넓게 무작위화해 실측 환경 변화에 강인하게

에피소드 내 환경 변화
Sea State 전이·이상파랑 이벤트를 넣어 '변화에 적응하는' 정책 학습

Sim-to-Real
실측 영상으로 ν 매핑 보정, 소량 실측 데이터로 미세조정

PART 5 · 적응형 파라미터 제어

평가 프로토콜과 실용화 과제

지표	정의	비고
탐지 확률 Pd	정답 표적 중 검출된 비율	소형 표적 · 근거리 별도 집계
오경보율 Pfa	클러터 셀 중 오검출 비율	목표 수준 유지 여부
SCR 개선량	처리 전후 신호 대 클러터비	dB 단위 비교
파라미터 안정성	스캔 간 행동 변화량	화면 깜빡임 · 운용 신뢰
추론 지연	스캔 주기 대비 연산 시간	실시간성

비교 기준선
- 고정 임계값
- CA / OS-CFAR (고정 α)
- 숙련 운용자 설정

시나리오
- Sea State 4종 × 선박 유형 2종
- Sea State 급변 · 이상파랑 이벤트
- 강우 동반 조건

실용화 과제 Sim-to-real 격차 · 학습된 정책의 설명 가능성 · 안전 보장과 운용자 개입 · 항해 레이더 성능 기준과의 정합

SUMMARY

핵심 정리

레이더

해양레이더 성능의 병목은 대개 잡음이 아니라 해면 클러터이며, 근거리는 클러터 제한 영역임.

해양환경

Texture × Speckle의 K-분포와 PM/JONSWAP 스펙트럼으로 Sea State에 연동된 사실적 환경을 만들 수 있음.

영상 처리

최적 임계값(α)과 이득은 ν, 즉 Sea State의 함수 — 고정 설정으로는 일정한 오경보율을 유지할 수 없음.

강화학습

파라미터 조정을 MDP로 정식화하고, 운용 목적을 보상 가중치에 담아 DQN·PPO로 적응형 제어기를 학습함.

물리 기반 환경 모델 위에서 학습하고, 실측으로 보정한다.

REFERENCES · Q&A

참고문헌

- R. S. Sutton, A. G. Barto, *Reinforcement Learning: An Introduction*, 2nd ed., MIT Press, 2018.
- R. Bellman, “The Theory of Dynamic Programming,” *Proc. NAS*, 1952.
- K. D. Ward, R. J. A. Tough, S. Watts, *Sea Clutter: Scattering, the K Distribution and Radar Performance*, IET.
- W. J. Pierson, L. Moskowitz, *J. Geophys. Res.*, 1964 (PM 스펙트럼).
- K. Hasselmann et al., JONSWAP 보고서, 1973.
- H. Rohling, “Radar CFAR Thresholding in Clutter and Multiple Target Situations,” *IEEE TAES*, 1983.
- V. Mnih et al., “Human-level control through deep RL,” *Nature*, 2015.
- J. Schulman et al., “Proximal Policy Optimization Algorithms,” arXiv, 2017.
- 김수현, 정동원, “다중해상도 근사화 마르코프 의사결정 과정 기반 온라인 경로 계획 기법 연구,” 한국항공우주학회지 53(1), 2025.

감사합니다



Tutorial 2

[TS-2] 위성항법신호의 생성과 송신 구현

김오종 교수 (세종대학교 우주항공시스템공학과)



Index

- 위성항법신호 및 항법위성 탑재체
- 항법신호 송신모듈 설계 및 검증
- 항법신호 송신모듈 실험 사례
- 요약 및 정리

SEJONG UNIVERSITY

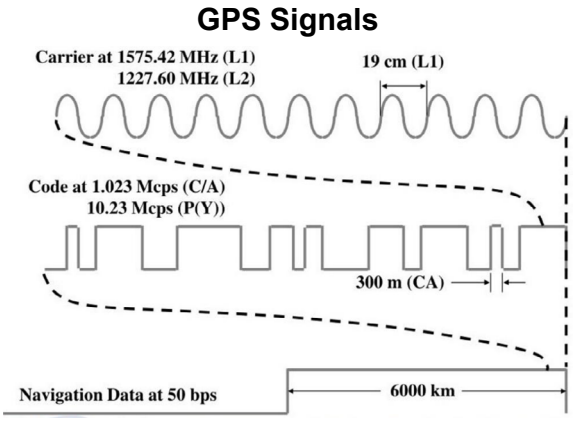
2026 IPNT Conference 2

Index

- 위성항법신호 및 항법위성 탑재체

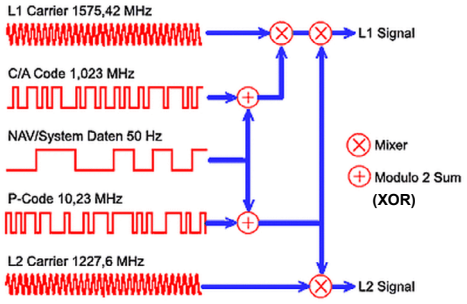
Navigation Signal

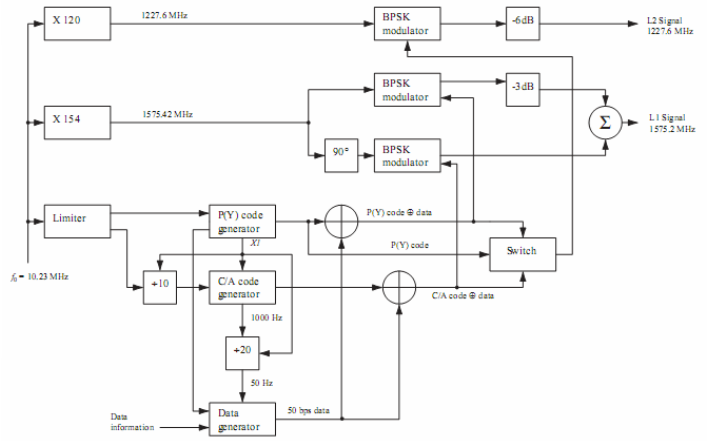
- **GNSS Signals**
  - **Carrier:** RF sinusoidal wave to carry code and data
  - **Ranging code:** Used to determine the transit time of the signal from the satellite and to calculate the range measurement
  - **Navigation data:** Binary signal that provides satellite status, position, satellite clock correction and almanac information



Navigation Signal

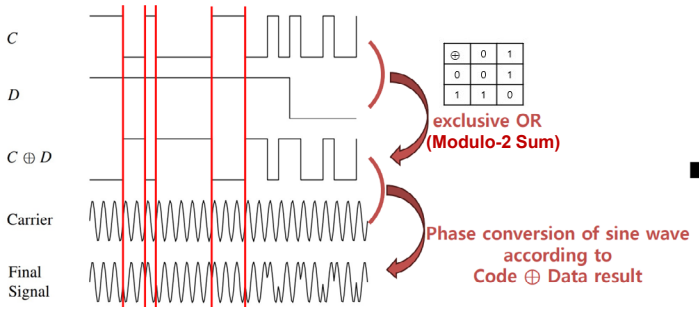
- **GPS Signals**
  - **L1(1575.42MHz), L2(1227.6MHz), and L5(1176.45MHz) signal depending on the center frequency**
  - **Carrier wave + PRN code + navigation data**





Navigation Signal

- **Navigation Signal Generation**
  - **Main clock signal multiplied by 154, 120, it generates the L1 and L2 carrier signals**
  - **Generated carrier signals are modulated by using BPSK(Binary Phase Shift Keying) method**
    - Modulation that corresponds binary numbers 0 and 1 to two phases, 0 and pi, respectively
    - Phase switching of sine wave according to change in binary value



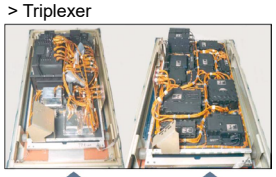
GPS L1 Signal

$$s^k(t) = \sqrt{2P_c}(C^k(t) \oplus D^k(t))\cos(2\pi f_{L1}t)$$

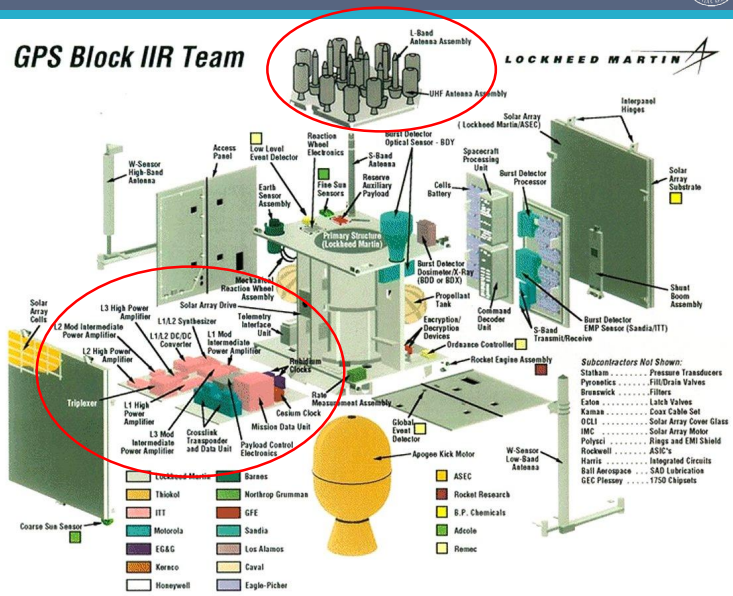
P_c: C/A Signal Power
C^k: C/A code of satellite number k
D^k: Navigation data of satellite number k
f_{L1}: L1 Frequency

Navigation Payload

- **GPS Block IIR Payload**
  - **L-Band Antenna Assembly**
  - **Two Panels**
    - Navigation Panel
      > Rubidium Clocks, Cesium Clock
      > Mission Data Unit (MDU)
      > Payload Control Electronics
      > Crosslink Transponder Data Unit
    - L-Band Panel (for L1, L2, and L3)
      > Synthesizer, Amplifier
      > Triplexer



Navigation Panel L-Band Panel



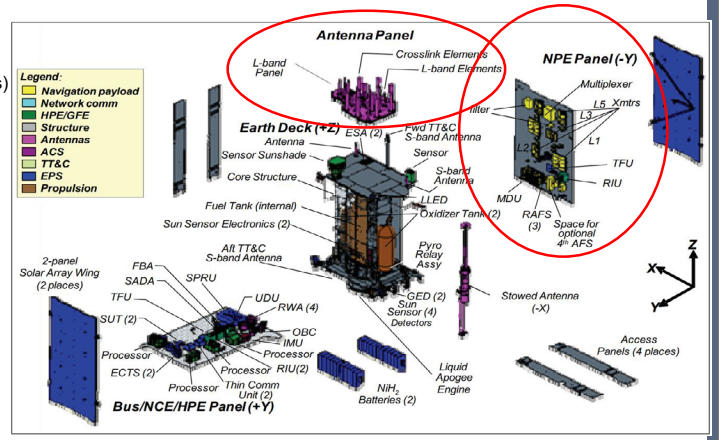
SEJONG UNIVERSITY

- Evolution of the GPS Navigation Payload – A Historical Journey, ITT Space Systems Division
- https://www.globalsecurity.org/space/systems/gps_2r.htm

Navigation Payload

- **GPS Block III Payload**
  - **L-Band Antenna Panel**
  - **NPE(Navigation Payload Element)**
    - RAFS(Rubidium Atomic Frequency Standards)
    - MDU (Mission Data Unit)
    - L-band transmitters (L1, L2, L3, L5)
    - Filters, Multiplexer





SEJONG UNIVERSITY

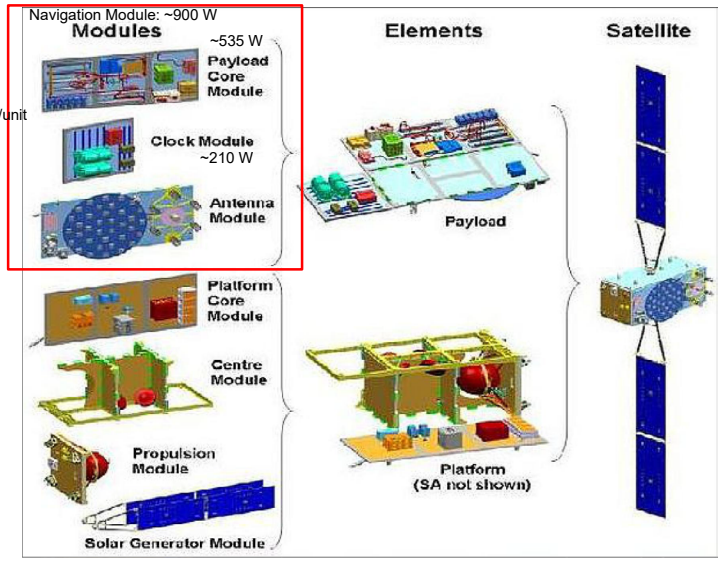
- Design of the GPS III Space Vehicle, ION GNSS 2011

Navigation Payload

- **Galileo Payload**
  - **Clock**
    - 2x Passive Hydrogen Maser (PHM) unit ~70 W/unit
    - 2x Rubidium Atomic Frequency Standards (RAFS) ~35 W/unit



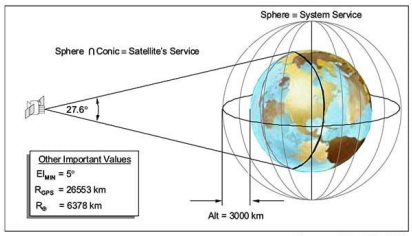
Galileo Payload Testbed



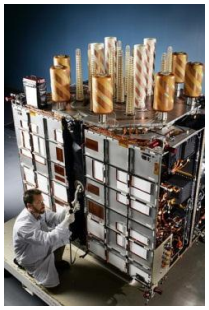
- https://www.eoportal.org/satellite-missions/galileo-foc#spacecraft-of-the-foc-series
- https://www.esa.int/Applications/Navigation/Galileo/Galileo_s_clocks

Navigation Transmit Antenna

- **GNSS Transmit Antenna**
  - **Helical (Helix) antenna array**
    - Consistent signal coverage over the entire Earth's surface
  - **Spacecraft Navigation**
    - Navigation employing GNSS observations for spacecraft in LEO is now common
    - Earth Terrestrial Service Volume : ~ 3,000 km altitude
    - Space Service Volume ← *using side lobe* : MEO, GEO, High-Earth Orbit(HEO), Moon and beyond



Source: ICD-GPS-700



Legacy antenna panel on the GPS II satellite (Photo: Lockheed Martin)

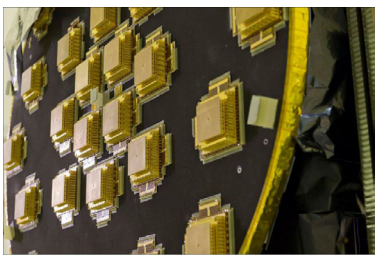


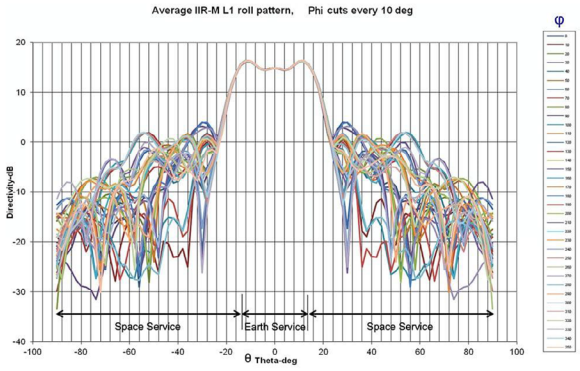
Photo of the Galileo FOC FM2 main L-band antenna (image credit: ESA, Anneke Le Floc'h)

- https://www.gpsworld.com/gps-iir-iir-m-satellite-antenna-patterns-released-for-worldwide/
- Jennifer E. Donaldson et al., "Characterization of on-orbit GPS transmit antenna patterns for space users"

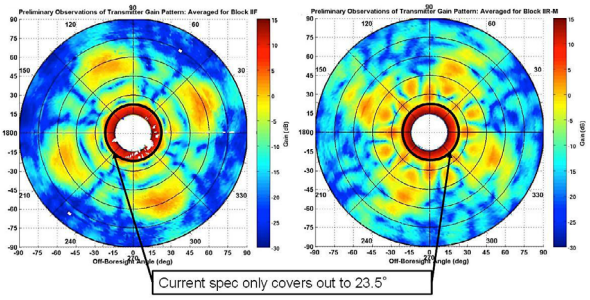
Navigation Transmit Antenna

- **GNSS Transmit Antenna**
  - **GPS Block IIR-M Antenna Pattern**
    - Released for worldwide public use by NAVCEN and Lockheed Martin Space

Improved Antenna Pattern – L1



hemispherical gain patterns for GPS Block IIF and IIR-M



SEJONG UNIVERSITY

- https://www.gpsworld.com/gps-iir-iir-m-satellite-antenna-patterns-released-for-worldwide/
- Jennifer E. Donaldson et al., "Characterization of on-orbit GPS transmit antenna patterns for space users"

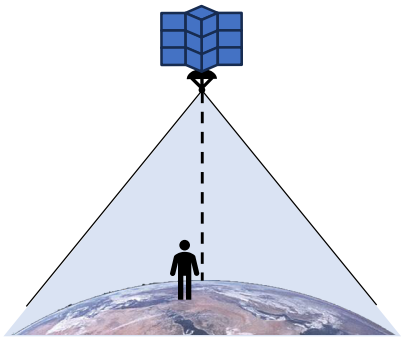
Index

- **항법신호 송신모듈 설계**

SEJONG UNIVERSITY

항법신호 Link budget 설계

- **Link budget 계산 단계**



Power spatial density → $P_{T,density}$

Concentration gain → $G_T(\alpha)$

Atmospheric Loss → L_A

Effective area → A_e

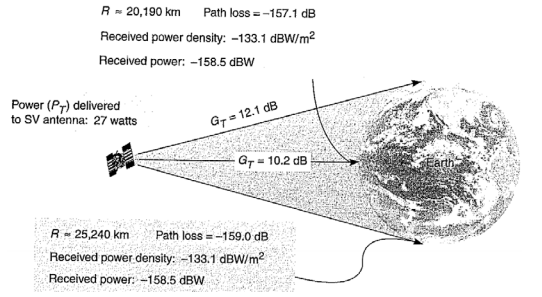
Receive antenna gain → G_R

Received signal power → P_R

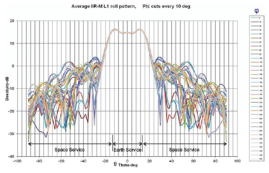
$$P_R = \frac{P_{T,density} G_T G_R A_e}{L_A} = \frac{G_T G_R}{L_A}\left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2 P_T$$

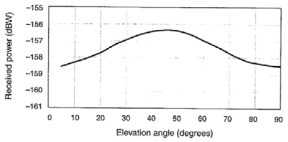
Misra, P. & Enge, P. 2006, Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance (Lincoln: Ganga-Jamuna Press), pp.393-401.

GPS L1 C/A signal Link budget



Improved Antenna Pattern – L1





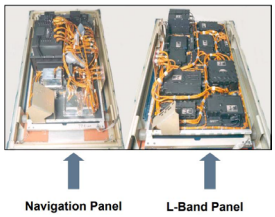
$$P_R = \frac{P_{T,density} G_T G_R A_e}{L_A} = \frac{G_T G_R}{L_A}\left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2 P_T$$

	Satellite at Low elevation ($el = 5°, \alpha = \pm 13.9°$)	Satellite at Moderate elevation ($el = 40°, \alpha = \pm 10.6°$)	Satellite at Zenith ($el = 90°, \alpha = \pm 0°$)
Power at the satellite Antenna input	14.3 dBW (27 watts) This power is derived from the GPS specifications. However, typical GPS satellite broadcast 2 to 4 dB more power.		
Range (km)	25,240	22,020	20,190
Path loss ($1/4\pi R^2$)	-159.0 dB	-157.8 dB	-157.1 dB
Satellite antenna gain	12.1 dB	12.9 dB	10.2 dB
Effective isotropic radiated power (EIRP) toward the Earth	26.4 dBW (437 watts)	27.2 dBW (525 watts)	24.5 dBW (282 watts)
Atmospheric loss	0.5 dB	0.5 dB	0.5 dB
Received power density	$4.9 \times 10^{-14} W/m^2 = -133.1\ dBW/m^2$	$7.8 \times 10^{-14} W/m^2 = -131.1\ dBW/m^2$	$4.9 \times 10^{-14} W/m^2 = -133.1\ dBW/m^2$
Effective area of an omni-directional receive antenna ($\lambda^2/4\pi$)	$2.87 \times 10^{-3}\ m^2 = -25.4\ dBm^2$		
Receive power available from an isotropic antenna	-158.5 dBW	-156.5 dBW	-158.5 dBW
Gain of a typical patch receive antenna (G_R) relative to isotropic antenna	-4 dBic	+2 dBic	+4 dBic
C/A-code received power available to a typical receive antenna (P_R)	-162.5 dBW	-154.5 dBW	-154.5 dBW

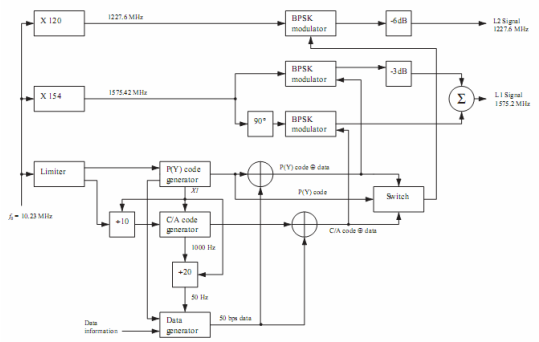
Misra, P. & Enge, P. 2006, Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance (Lincoln: Ganga-Jamuna Press), pp.393-401.

Clock Distribution for GPS Signals

- **Navigation Panel of GPS satellites**
  - **Multiple Atomic Clocks (Rubidium and Cesium)**
  - **Mission Data Unit (MDU)**
    - Contains the Frequency Synthesizer Unit (FSU)
      - Generates the **10.23 MHz** Reference Frequency

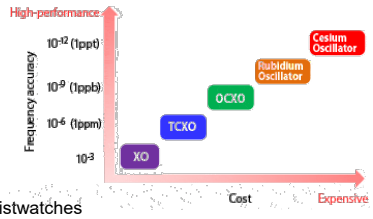


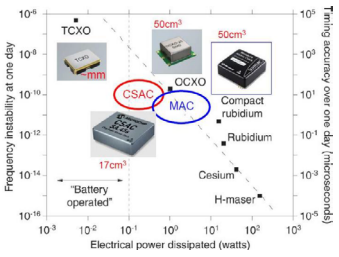
- **Reference Clock Frequency (10.23 MHz)**
  - **Carrier Frequency**
    - L1: 1575.42 MHz = **154** * 10.23 MHz
    - L2: 1227.6 MHz = **120** * 10.23 MHz
    - L5: 1176.45 MHz = **115** * 10.23 MHz
  - **Pseudo Random Noise (PRN) code sequence**
    - L1 C/A code chipping rate 1.023 Mcps = **1/10** * 10.23 MHz
    - Precision (P) code chipping rate 10.23 Mcps = **1** * 10.23 MHz



Clock Source for Navigation Signal Transmitter

- **Reference Clock**
  - 10 MHz or 10.23 MHz?

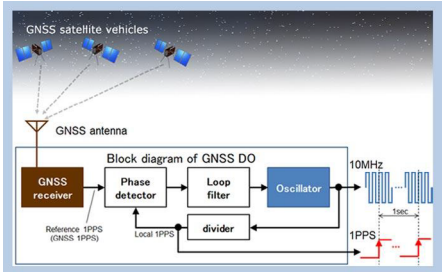




- **Variety of Oscillators**
  - XO (Crystal Oscillator)
    - Inexpensive oscillator, often used for in wristwatches
  - TCXO (Temperature Compensated Crystal Oscillator)
    - Oscillator which automatically compensates the alignment of its oscillator frequency for variation of ambient temperature
  - OCXO (Oven Controlled Crystal Oscillator)
    - Oscillator operated inside a temperature-controlled oven which keeps the crystal and the oscillator at a constant temperature
  - Atomic Oscillator
    - Oscillator which outputs high accuracy frequency based on the radiation frequency of atoms or molecules.
      - **Standard Atomic Clock:** Rubidium, Cesium, Hydrogen-maser, etc.
      - **MAC (Miniature Atomic Clock):** compact atomic timekeeping device that offers improved frequency stability over CSACs, while maintaining a small form factor suitable for portable and resilient systems
      - **CSAC (Chip-Scale Atomic Clock):** compact, low-power atomic clock fabricated using techniques of MEMS and incorporating a low-power semiconductor laser as the light source

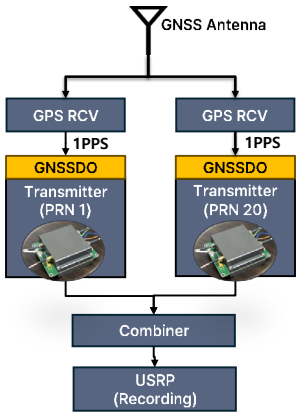
GNSS Disciplined Oscillator

- **GPS/Multi-GNSS Disciplined Oscillator (GPSDO/GNSSDO)**
  - **GNSS Time System**
    - GNSS satellites have ultrahigh-performance atomic oscillators
    - Accuracy of the satellite's atomic oscillators is controlled and maintained from the ground stations
  - **GPSDO/GNSSDO**
    - Receives GPS/GNSS satellite signals and outputs highly accurate and precise time pulse (1PPS) and reference frequency (ex: 10 MHz) by controlling its own oscillator with the precise time provided by the GPS/GNSS receiver
    - Controls the frequency output of its own oscillators and achieves at a much lower cost, superior performance than an atomic oscillator (Rubidium or Cesium) replacement
    - Holdover function (control): continue to output highly accurate and precise timing (time pulse and reference frequency) for a certain period when GPS/GNSS receiver loses lock

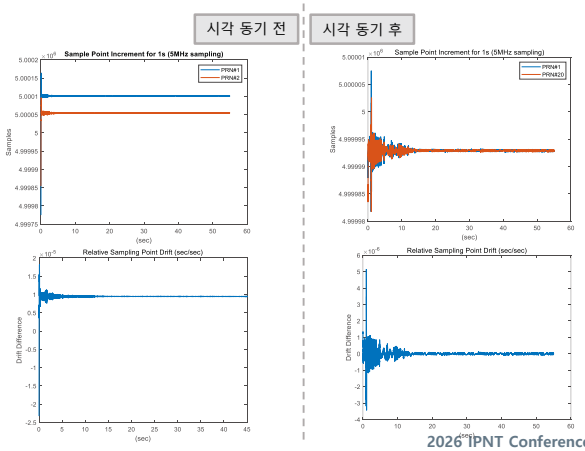


GNSS Disciplined Oscillator 시각동기 실험

- **GPS 시각 동기화**
  - **실험 환경**



- **SDR 기반 동기화 성능 분석**
  - PRN#1 과 PRN #20의 correlation sampling point 비교
  - Clock drift rate 차이 : 수렴 후 평균 2.1097×10^{-11} sec/sec



Index

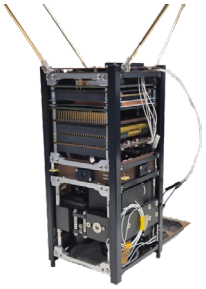
- **항법신호 송신모듈 설계 및 검증**
  - SPIRONE 큐브위성 프로젝트 사례

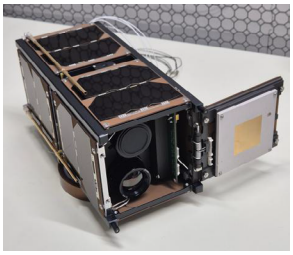
SEJONG UNIVERSITY

2026 IPNT Conference 19

SPIRONE 큐브위성 프로젝트

- **SPIRONE 큐브위성 탑재 및 발사 예정**
  - **2022 큐브위성 경연대회 최종 선정 (세종대 SUNRISE큐브위성 팀)**
  - **표준 2U 규격의 큐브위성**
  - **궤도 : 600km,** 태양동기궤도 **MLTAN 12:40 PM**
  - **주요 탑재체**
    - IR 카메라 배열
      - LWIR 카메라: 플라스틱과 해수면의 기온차를 이용해 플라스틱 관측
      - SWIR 카메라: 플라스틱의 스펙트럼 반사율을 이용해 플라스틱 관측
    - LEO 항법신호 생성 및 송신모듈
      - 2.4 GHz 대역에서 항법신호 방송
      - LEO 환경에서 운용할 수 있는 항법신호 생성기 국내 자체개발 및 검증
  - **발사일정**
    - **2025년 11월 누리호 4차발사에 탑재**
  - **목표 임무 기간 : 1년**
  - **무게 : 2.2 kg**

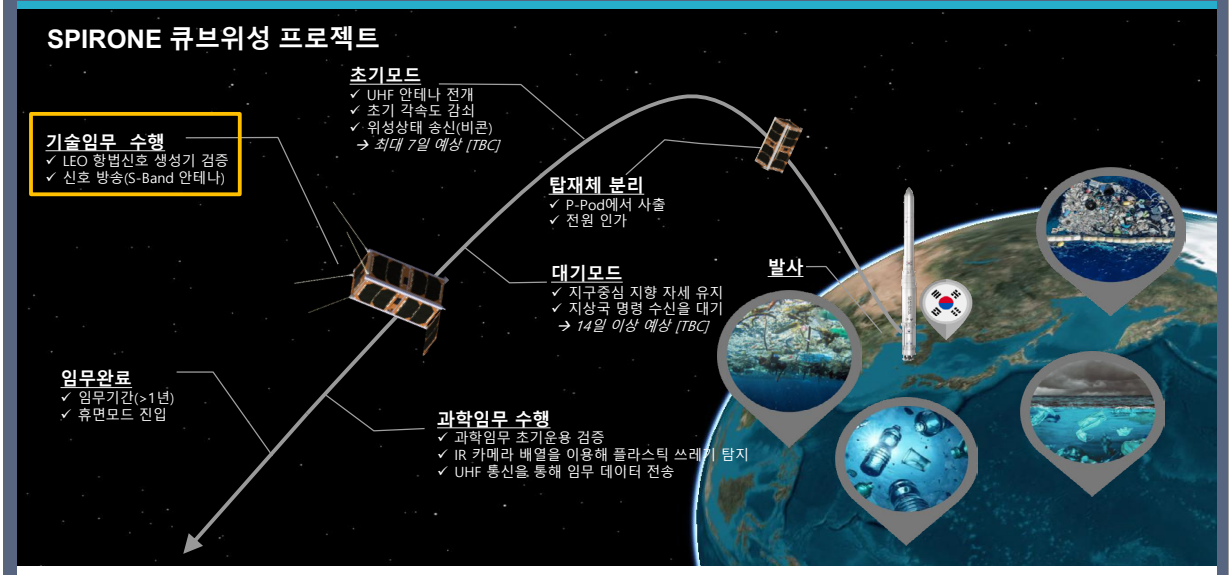




SEJONG UNIVERSITY

2026 IPNT Conference 20

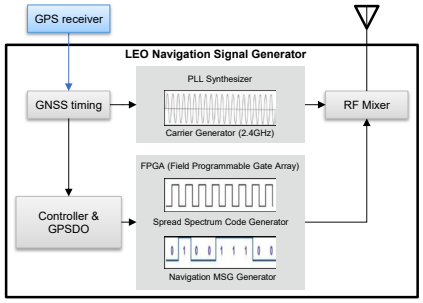
SPIRONE 큐브위성 프로젝트



항법신호 생성 및 송신 모듈 설계 (예시)

- **항법신호 구조**
  - **반송파**
    - 주파수: S-band (ISM)
      - 기존 GNSS 운용 주파수에 대한 영향 최소화
    - PRN* C/A** 코드와 BPSK*** 변조
      - GPS L1 C/A 신호 참조
  - **PRN C/A 코드**
    - GPS L1 C/A의 Gold Code 생성 기법
      - PRN number: 1~32 중 선택
    - Code: 1,023 chips
      - Chipping rate: 1.023 Mcps & 코드 주기: 1 ms
  - **항법 메시지**
    - Data rate: **50**/250/500 bps

*PRN: Pseudo Random Noise
**C/A: Coarse/Acquistion
***BPSK : Bi-Phase Shift Key

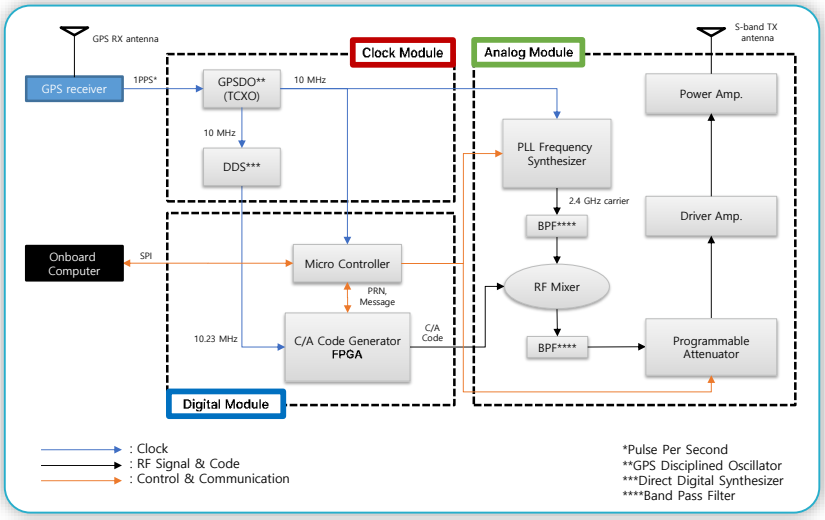


- Navigation signal structure

		GPS L1	LocataLite	LEO navigation signal generator
Carrier frequency		L1-Band (1.57542 GHz)	S-Band (2.4 GHz)	S-Band (2.4 GHz)
C/A Code	Chipping rate	1.023 Mcps	10.23 Mcps	1.023 Mcps
	Code period	1 ms	1 μs	1 ms

항법신호 생성 및 송신 모듈 설계 (예시)

- **하드웨어 구성**
  - **Clock 모듈**
    - GPS와 시각 동기화
    - 운영 클럭 제공
  - **Digital 모듈**
    - 전반적인 시스템 제어
    - 큐브위성 OBC와 인터페이스
    - C/A 코드 생성
  - **Analog 모듈**
    - 반송파 생성
    - C/A 코드와 반송파 합성
    - 신호 세기 조절

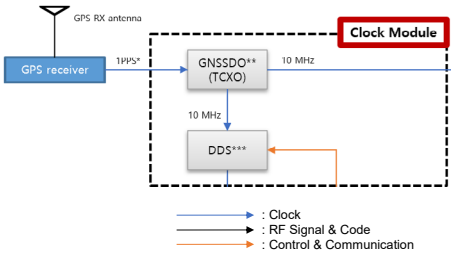


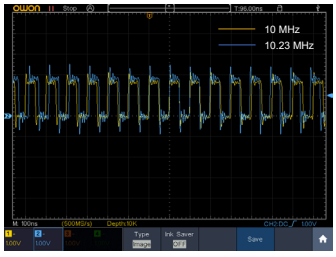
항법신호 생성 및 송신 모듈 설계 (예시)

- **Clock 모듈**
  - **GNSSDO (GNSS Disciplined Oscillator)**
    - 큐브위성 GPS 수신기로부터 추출된 1 PPS 신호 이용
    - 10 MHz 기준 클럭 생성
      - DDS, MCU, PLL Frequency Synthesizer에 기준 클럭 제공

    GPS와 시각동기화
  - **DDS (Direct Digital Synthesizer)**[1)]
    - GNSSDO의 10 MHz 기준 클럭 이용
    - 10.23 MHz의 C/A 코드 생성용 클럭 생성
    - 내장 비교기를 이용한 구형파 출력
      - FPGA에 C/A 코드 생성용 클럭 제공

    C/A 코드 chipping rate: 1.023 Mcps





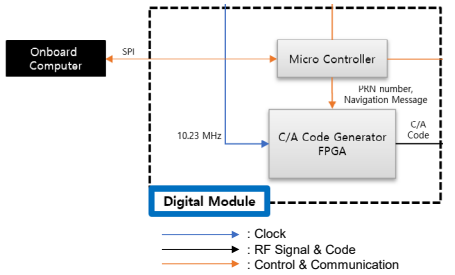
- Clock output of DDS

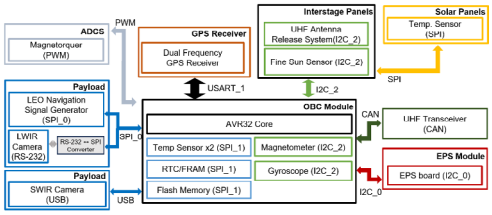
1) Cheon, S. et al., 2018, A development of fundamental technology for the low-noise/high-sensitive Korean Satellite Navigation System, Korea Aerospace Research Institute, South Korea

항법신호 생성 및 송신 모듈 설계 (예시)

- **Digital 모듈**
  - **MCU (Micro-Controller Unit)**
    - 시스템 전반의 상태 확인과 제어
    - 데이터 인터페이스 수행
      - 큐브위성 Onboard Computer
        → TX: 탑재체 상태 데이터
        → RX: 동작 명령, PRN number 변경, 항법 메시지 탑재
      - FPGA
        → TX: PRN number, 항법 메시지
  - **FPGA (Field-Programmable Gate Array)**
    - DDS의 10.23 MHz C/A 코드 생성용 클럭 이용
    - 1.023 Mcps의 C/A 코드 생성
      - 항법 메시지 대역 확산
      - PRN number에 따른 생성

RF mixer로 C/A 코드 전송



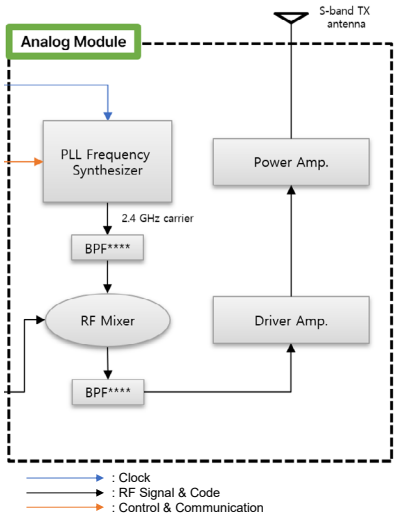


- Data interface of SPIRONE CubeSat

항법신호 생성 및 송신 모듈 설계 (예시)

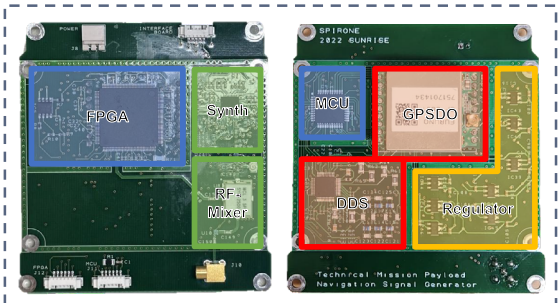
- **Analog 모듈**
  - **PLL* Frequency Synthesizer**
    - S-band 반송파 생성 (2.4251 GHz)
      - MCU로부터 중심주파수 조절 가능
  - **RF Mixer**
    - 반송파와 C/A 코드 합성
    - BPSK 변조
  - **Bandpass Filter**
    - Harmonics and spurious 신호 최소화
  - **Amplifier**
    - Driver Amp. & Power Amp.

*PLL: Phase-Locked Loop

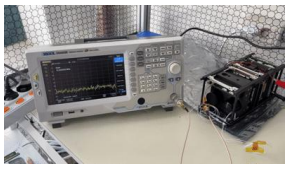


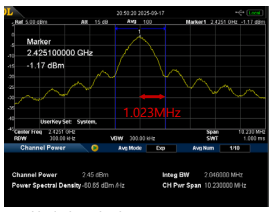
항법신호 생성 및 송신 모듈 설계 (예시)

- **SPIRONE 큐브위성 프로젝트 (주 탑재체)**
  - **큐브위성 PC104 규격**
    - Sheilding case : 신호 간섭 및 우주 방사선 대응
  - **항법신호의 스펙트럼 분석**
    - 반송파 주파수 안정성 확인
      - 2.4251 GHz 중심주파수
    - 항법 신호 합성 및 BPSK 변조
      - C/A 코드의 주파수 간격을 갖는 Sinc함수 형태
  - **소프트웨어 수신기(SDR)로 신호 처리 수행**
    - MATLAB 기반 SDR 결과 확인

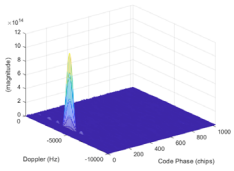


• Top Layer (top view)　　• Bottom Layer (bottom view)

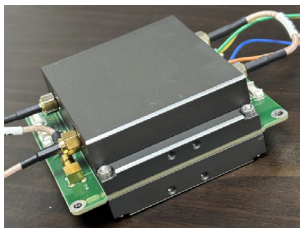




• 항법신호 출력 (32.45 dBm)



• SDR acquisition result



SEJONG UNIVERSITY

항법신호 생성 및 송신 모듈 설계 (예시)

- **항법메시지 구조 (1 Subframe = 300 bit)**
  - **설정1 (기본설정)**
    - 큐브위성 탑재 GPS수신기로부터 수신한 큐브위성의 PVT 정보 방송

Payload Contents:									
1(byte)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Preamble (0x8B)	iTOW				fTOW				Week No.
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Week No.	gpsFix flag	ECEF X				ECEF Y			
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ECEF Z				ECEF VX				ECEF VY	
31	32	33	34	35	36	37	38		
ECEF VY		ECEF VZ				numSV	Frequency mode*		

  - **설정2: 지상국에서 uplink 된 데이터 탑재 기능**

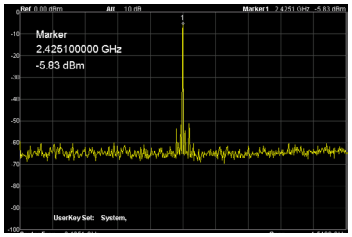
SEJONG UNIVERSITY

*Frequency mode: GNSSDO의 동작 상태

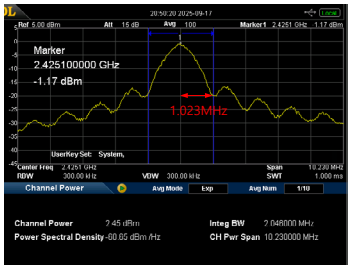
항법신호 생성 및 송신 모듈 검증 (예시)

- **항법신호 생성 확인**
  - 항법신호의 스펙트럼 분석
    - GNSSDO 기반 중심주파수 합성
      - 2.4251 GHz
    - 항법신호 합성 및 BPSK 변조
      - C/A 코드의 주파수 간격을 갖는 Sinc함수 형태
    - 항법신호 세기
      - 목표 출력: 안테나 입력 기준 1W 이상
      - 최대 출력 성능 : 32.45 dBm > 30.84 dBm (=1.21W)

항법신호생성 결과		
Clock 모듈	GNSSDO	10 MHz 기준 클럭 출력
	DDS	10.23 MHz의 C/A 코드 생성용 클럭 출력
Digital 모듈	FPGA	PRN number에 따른 1.023 Mcps의 C/A 코드 생성
	MCU	시리얼 통신을 이용한 모듈 제어
Analog 모듈	Synthesizer	2.4251 GHz의 S-band 반송파 생성
	RF mixer	C/A 코드와 반송파 합성 및 BPSK 변조
	DA, PA	목표 신호 세기 출력 증폭



- 반송파 주파수

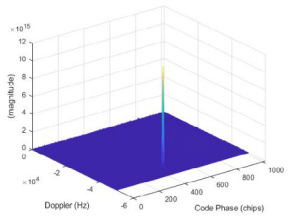


- 항법신호 생성

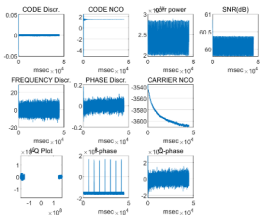
항법신호 생성 및 송신 모듈 검증 (예시)

*SDR : Software-Defined Radio

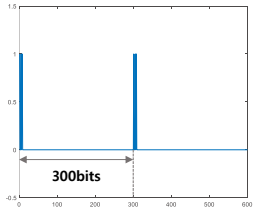
- **항법신호 생성 확인**
  - 소프트웨어 수신기(SDR*)로 신호 Tracking 수행
    - MATLAB 기반 SDR 처리결과 확인
      - PRN C/A코드의 correlation peak 분석
      - 신호 tracking 수행 및 항법메시지 복조



- Correlation Peak



- SDR Tracking



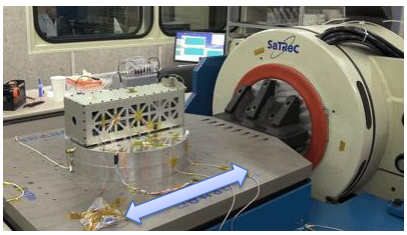
- Navigation Message Preamble (50bps)

우주환경시험 검증

- **Mechanical Test: 발사체 요구 하중 및 진동 시험**
  - 발사 시 발생하는 하중과 진동, 충격에 대한 생존 시험 수행
  - 발사체 제공 시험조건, 또는 주요 발사체들의 조건들을 포함한 NASA General Environment Verification Specification (GEVS) 활용

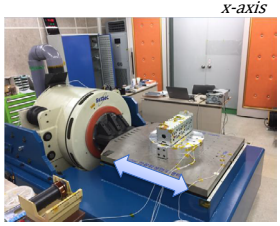
➢ **Launch Vehicle Requirements (example)**

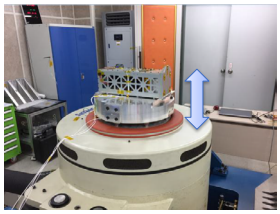
	Analysis condition
Modal survey	Number of Modal = 5
Quasi-static (acceleration)	x, y, z 18.75g
Sine wave vibration	5~100Hz, 4.5g
Random vibration	20 Hz, 0.026 g2/Hz
	130 Hz, 0.16 g2/Hz
	800 Hz, 0.16 g2/Hz
	2000 Hz, 0.026 g2/Hz
Shock	20 Hz , 30 g
	2000 Hz , 1000 g
	10000 Hz , 1000 g



z-axis

x-axis





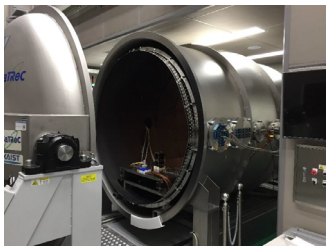
y-axis

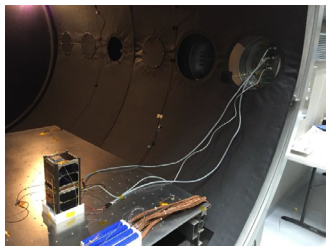
SEJONG UNIVERSITY

2026 IPNT Conference 31

우주환경시험 검증

- **Thermal Vacuum Test**
  - 저궤도의 진공 및 열 변화 환경에서 생존 시험 수행







- **Out-gassing 시험**
  - 재료 내부의 잔류 휘발 성분 제거, 진공 환경에서의 오염 방지 등 목적

Table 7: Bake-out test characteristics

Characteristic		Qualification	Acceptance	Proto-flight
Test		Not required	Required	Required
S/C temperature	See note 11		50 [C]	50 [C]
Pressure			$< 10^{-5}$ [Torr]	$< 10^{-5}$ [Torr]
Duration	See note 10		24 [hours]	24 [hours]

Requirement: Thermal Mass Loss = $\frac{(m_{bo} - m_{eob})}{m_{pro}} \leq 0.1\%$

SEJONG UNIVERSITY

ce 32

Index

- 항법신호 송신모듈 실험 사례

항법신호 송신모듈 야외실험

- **UHF & S-band Reception at Equal Received Power (-91dBm)**

① **Mean C/N_0 Comparison**

– Outdoor-Outdoor Scenario

Test condition	UHF (dB-Hz)	S-band (dB-Hz)
Reference	62.21	58.61
Outdoor-to-outdoor	61.08	49.46
$\Delta C/N_0$ (reference – outdoor)	1.13	9.15

▶ Reference : Expected C/N_0 independent of wireless channel effects

▶ UHF: Decreased by ~ 1.13 dB relative to the wired reference

▶ S-band: Reduction of ~ 9.15 dB relative to the wired reference

C/N_0 of S-band dropped due to external factors

Scenario 2-1 test environment



▲ Outdoor-Outdoor UHF test environment



▲ Outdoor-Outdoor S-band test environment

항법신호 송신모듈 야외실험

- **UHF & S-band Reception at Equal Received Power(-91dBm)**

① **Mean C/N_0 Comparison**

– Outdoor-Indoor Scenario

Test condition	UHF (dB-Hz)	S-band (dB-Hz)	S-band +14 dB
Reference	62.21	58.61	72.61
Outdoor-to-indoor	54.26	-	47.33
$\Delta C/N_0$ (reference – indoor)	7.95	-	25.28

▶ Reference : Baseline C/N_0 independent of wireless channel effects

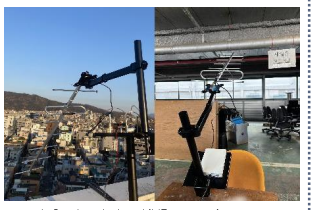
▶ UHF: Decreased by ~ 7.95 dB relative to the wired reference

▶ S-band: Signal could not be acquired using the initial transmit power

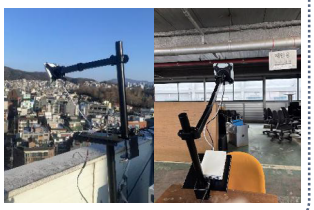
→ S-band requires an extra link margin for stable signal acquisition

As expected, poorer indoor penetration at S-band compared to UHF

Scenario 2-2 test environment



▲ Outdoor-Indoor UHF test environment



▲ Outdoor-Indoor S-band test environment

항법신호 송신모듈 야외실험

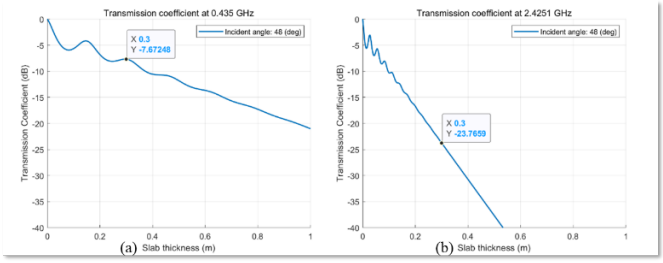
- **UHF & S-band Reception at Equal Received Power(-91dBm)**

② **Wall penetration Loss**

– Outdoor-Indoor Scenario

▶ Concrete thickness : 0.3m

▶ Incident angle : 48°



▲ Theoretical penetration model (ITU-R P.2040-4)

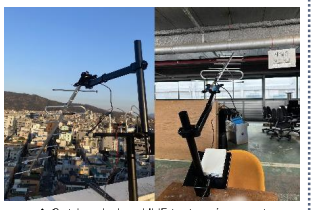
Parameter	UHF	S-band (+14dB)
Measured wall penetration loss (dB)	7.95	25.28
Theoretical wall penetration loss (dB)	7.67	23.76

▶ S-band experiences substantially greater wall penetration loss than UHF

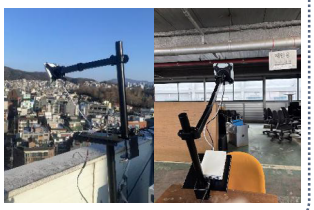
→ *Requires additional link margin for indoor operations*

▶ Measured results closely matched theoretical predictions

Scenario 2-2 test environment



▲ Outdoor-Indoor UHF test environment



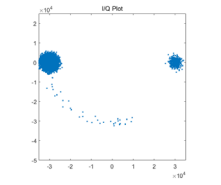
▲ Outdoor-Indoor S-band test environment

항법신호 송신모듈 야외실험

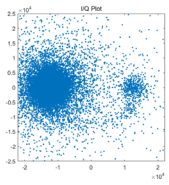
- **UHF & S-band Reception at Equal Received Power(-91dBm)**

② **Wall penetration Loss**

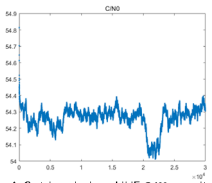
– Outdoor-Indoor Scenario



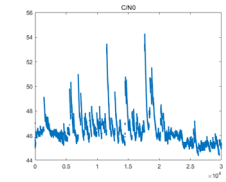
▲ Outdoor-Indoor UHF I/Q Plot result



▲ Outdoor-Indoor S-band I/Q Plot result



▲ Outdoor-Indoor UHF C/N_0 result



▲ Outdoor-Indoor S-band C/N_0 result

▶ S-band's I/Q Plot showed phase dispersion even with extra 14dB gain

→ More vulnerable to environmental constraints

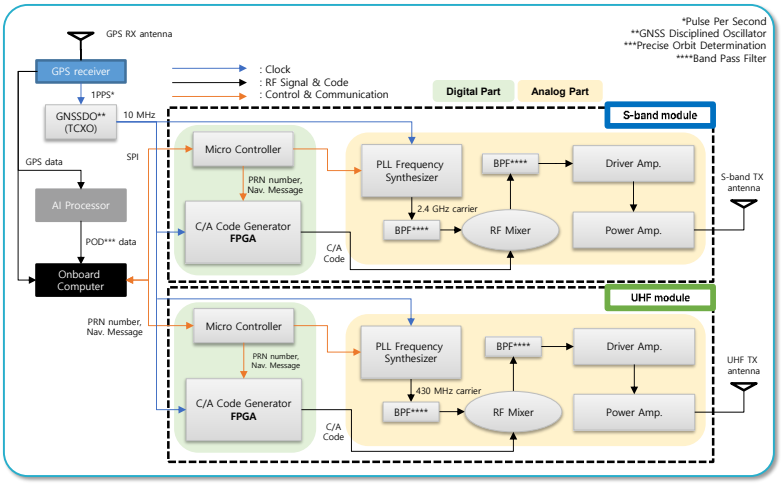


▲ Outdoor-Indoor UHF test environment

▲ Outdoor-Indoor S-band test environment

이중주파수 항법신호 생성 및 송신모듈 개발 (진행 중)

- **하드웨어 구성 및 설계**
  - **공통 기준클럭 분배**
    - GNSSDO의 10 MHz 기준클럭을 두 모듈에 공통 분배
    - 두 송신모듈이 동일한 기준클럭을 사용하도록 설계
  - **Digital Part**
    - 전반적인 시스템 제어
    - 큐브위성 OBC와 인터페이스
    - C/A 코드 생성
  - **Analog Part**
    - 반송파 생성
    - C/A 코드와 반송파 합성
    - 송신 출력 증폭



▲ S-band/UHF 이중주파수 항법신호 생성 및 송신모듈 하드웨어 구성도

SEJONG UNIVERSITY

Index

- **요약 및 정리**

요약 및 정리

- **위성항법신호의 생성 및 송신 원리**
  - 공통 기준클럭을 이용한 반송파, PRN 코드 및 항법메시지의 생성과 합성
  - 링크 버짓과 클럭 안정성을 고려한 송신시스템 설계
- **항법신호 송신모듈 구현 및 검증**
  - SPIRONE 탑재체 사례를 통한 클럭·디지털·아날로그 모듈의 설계 및 구현
  - 스펙트럼 분석, SDR 기반 신호 추적 및 항법메시지 복조, 우주환경시험을 통한 검증
- **UHF 및 S-band 신호의 신호전파 실험적 비교**
  - 실험 조건에서 UHF는 S-band 대비 낮은 벽면 투과 손실과 안정적인 실내 신호 추적 특성을 보임
  - 운용 환경에 적합한 주파수 선정과 충분한 링크 마진 확보의 중요성 확인



Tutorial 3

[TS-3] Vision-and-Language Navigation(VLN) 기술 동향: VLM 기초부터 VLA 응용까지

김선영 교수 (국립군산대학교 기계공학부)

SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

VLA · VLN 기반 자율항법 기술 동향

VLA에서 VLN으로: 자율주행 · 실내 로봇 · 드론까지

2026년 항법시스템학회 정기학술대회(2026 IPNT Conference)
롯데호텔 제주 크리스탈 볼룸
2026. 11. 4(수) 11:00~12:00
국립군산대학교 기계공학부 부교수 김 선 영

국립군산대학교 KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

목차

1 VLA 기본 개념
2 VLA 최신 연구 동향: E2E 자율주행
3 VLA의 파생 과제: VLN
4 VLN 대표 방법과 발전
5 드론 VLN 확장과 최신 동향
6 Image-goal Navigation 시뮬레이션 비교

SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

VLA 기본 개념

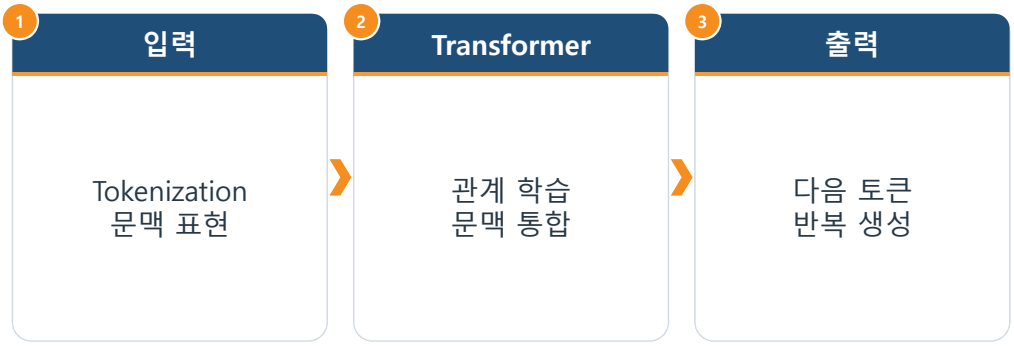
LLM · VLM에서 VLA로

국립군산대학교
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

언어 이해에서 로봇 행동까지

LLM	VLM	VLA
▪ 텍스트 이해 ▪ 추론과 계획 ▪ 출력: 언어	▪ 영상과 언어 연결 ▪ 장면 이해 ▪ 출력: 언어·표현	▪ 관측과 목표 연결 ▪ 행동 정책 학습 ▪ 출력: 로봇 행동
01	02	03

LLM: 문맥에서 다음 토큰을 예측



VLM: 시각 정보를 언어 모델에 연결



시각·언어 표현의 출발점

01 CLIP	이미지와 텍스트를 같은 공간에 정렬
02 ViT	이미지를 patch token으로 처리
03 ViLBERT · LXMERT	시각·언어 사이의 cross-attention
04 UNITER · OSCAR	통합 표현과 객체 의미 활용

VLA: 목표와 관측을 행동으로 변환

Action representation

- Discrete action token
- Continuous control
- Waypoint sequence

01

시스템 구성

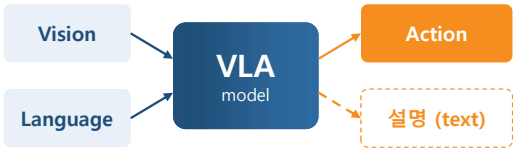
- 모델이 행동을 생성
- Low-level controller가 실행
- 관측 후 다시 계획

02

VLA와 E2E-VLA, 그리고 VLM의 구성

VLA (Vision-Language-Action)
- vision과 language를 입력받아 action을 출력
- language 출력도 가능하지만 필수는 아님

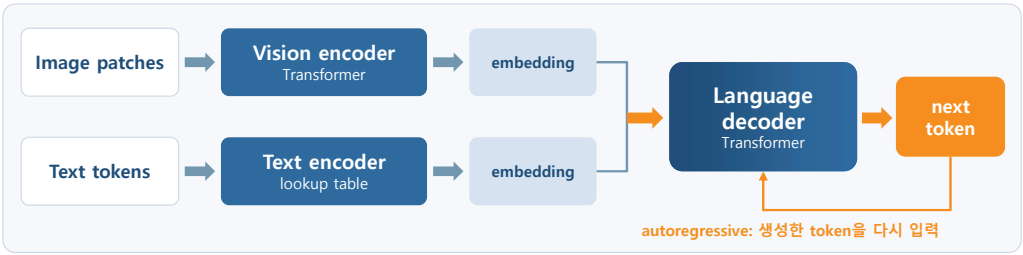
E2E-VLA (자율주행)
- action과 함께 action에 대한 설명까지 출력
- 주행 결정에 대한 설명이 필요하기 때문



E2E-VLA에서 함께 출력

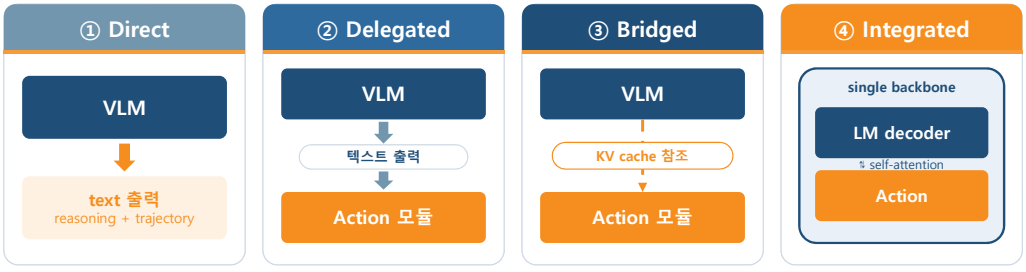
관측(vision)과 지시(language)를 받아
행동(action)으로 바꾸는 것이 VLA의 본질

VLM의 구성 — vision과 language를 입력받아 language를 출력



출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 이남철 연구원) · 강의 3

E2E-VLA 모델의 분류



VLM과 action 생성의 결합 강도 → 텍스트 → 내부 표현 → 단일 backbone

유형	VLM ↔ Action 연결	핵심 특징	대표 모델
① Direct	VLM 자체 (별도 모듈 없음)	학습만으로 VLM → VLA, action을 텍스트로 생성	GPT-Driver, EMMA
② Delegated	VLM의 명시적 출력 (텍스트)	별도 action 모듈이 VLM 출력을 입력으로 사용	DriveVLM-Dual, ORION
③ Bridged	VLM 내부 표현 (cross-attention)	action 모듈이 VLM의 KV cache를 참조	ReCogDrive, Alpamayo
④ Integrated	단일 backbone (self-attention)	language decoder와 action 모듈을 통합	MindVLA-U1

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 이남철 연구원) · 강의 3

E2E-VLA 4가지 유형 정리

E2E-VLA는 언어 모델의 추론 능력으로 long-tail과 OOD 문제에 대응하기 위해 등장

분류 기준 action 모듈의 존재 유무와 모듈의 입력

1	2	3	4
Direct VLA	Delegated VLA	Bridged VLA	Integrated VLA
VLM 자체가 학습을 통해 VLA가 됨	VLM의 출력을 입력으로 받는 action 모듈 존재	VLM 내부 표현을 참조하는 별도 action 모듈 존재	Language decoder와 action 모듈을 통합
Action 모듈 없음	입력: 텍스트 출력	입력: KV cache	Self-attention

네 유형 중 지배적인 유형은 아직 등장하지 않은 상태

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 이남철 연구원) · 강의 3

SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

VLA 최신 연구 동향: E2E 자율주행

국립군산대학교
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

자율주행 아키텍처의 5가지 설계 축



설계 축	세부 선택 항목
① System Decomposition	Modular vs. E2E · Planning horizon · Perception–planning coupling
② Sensing & Fusion	Sensor modality · Early vs. late fusion · Synchronization
③ Representation & State	Internal representation · Temporal abstraction · World model
④ Learning & Training	Output space · Training paradigm · Supervision source
⑤ Deployment Constraints	Compute mapping · Safety & fallback · Scalability & cost

Top-Down 분해의 의미
- 자율주행 시스템을 "어떤 모델을 쓰는가"가 아니라 5개 축에서의 설계 선택의 조합으로 이해
- 각 축의 선택은 서로 연동됨
  예) Camera-only 선택 → 네트워크 내 depth 추론 → temporal modeling · 가속기 요구 증가

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 1

Modular vs. E2E AD

Modular AD — 명확한 인터페이스를 갖는 명시적 기능 블록의 조합



End-to-End AD — hand-designed interface 최소화, 센서 → action (거의) 직접 매핑



Modular AD

강점
+ 해석성 · 디버깅 용이
+ 안전 인증 유리
+ 이종 모달리티 수용

약점
− Interface 정보 병목
− 수동 튜닝
− 전역 최적화 어려움

End-to-End AD

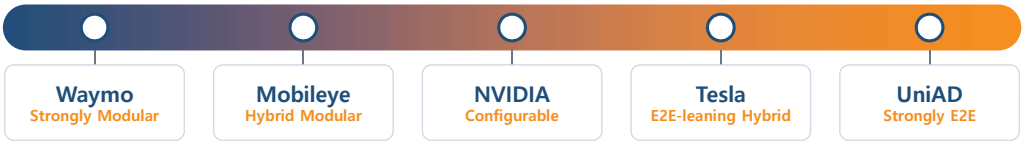
강점
+ 정보 손실 없음
+ Global optimization
+ 데이터 · compute로 scaling

약점
− 해석성 · 인증 어려움
− 학습 복잡도
− Data hunger

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 1

Modular ↔ E2E Spectrum

◀ Modular — End-to-End ▶



기업	철학	포지션
Tesla	E2E-first, camera-only	Production E2E
Waymo	Modular-first	L4 Specialist
Mobileye	World-model-centric	Formal RSS
NVIDIA	Research E2E (full spectrum)	Configurable
UniAD	Unified E2E	Academic reference

Key insight

배포된 L4 시스템 중 순수 E2E는 없음

Tesla가 가장 근접하지만 control-theoretic 관점에서는 여전히 완전한 E2E가 아님

Modular vs. E2E는 이분법이 아니라 연속적인 스펙트럼

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 1

결론: Hybrid Modular–E2E AD 설계

Be End-to-End

정보가 dense하고 continuous한 곳

"hand-designed interface는 손실이 크다"

Be Modular

결정이 discrete, safety-critical, long-horizon인 곳

"해석 가능성과 법적 제약 준수가 필요하다"

경계를 어디에 둘 것인가? — planning horizon으로 나누기

E2E (신경망)
Perception · Prediction
Local planning (2–5 s)

Modular (명시적 로직)
Behavioral planning (10–30 s) · Control
long-horizon intent · constraint 추론



short-horizon trajectory 생성 ↔ long-horizon intent · constraint 추론 사이에 경계

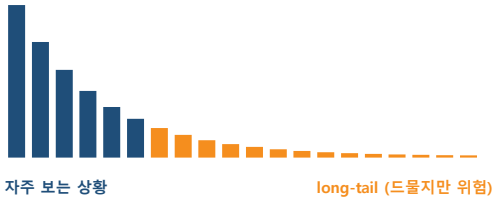
신경망이 복잡한 dynamics를, modular planner가 safety를 담당

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 1

E2E-VA의 한계: Long-tail과 OOD

학습 중 충분히 접하지 못한 상황 → 성능 급락
- **Long-tail scenario:** 학습 데이터에 있으나 그 양이 매우 적은 경우
- **Out-of-distribution (OOD):** 학습 데이터에 아예 없는 경우

주행 상황 빈도 분포 (개념도)



극복 방법 1: Naïve approach
- 드문 상황의 데이터를 따로 모아 학습
- 예: Waymo WOD-E2E (long-tail E2E 데이터셋)

✕ 경우의 수가 무한

극복 방법 2: 추론 능력 활용
- 인간처럼 상황을 해석하고 판단
- **Vision-Language-Action (VLA)**

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 2 · WOD-E2E arXiv:2510.26125

추론 능력 활용: Alpamayo의 등장

Foundation model + reasoning
- 상황을 분석 · 평가한 뒤 action 생성
- 인간도 반사적 주행과 추론 기반 전략 주행을 병행
- 이미지 · 언어를 모두 다루는 VLM이 가장 적합
- **인터넷 규모의 상식 → 학습 데이터에 없는 상황도 해석**
- **판단 과정을 자연어로 생성 → explainable reasoning**

Alpamayo 동작 개념도



이해(reasoning) → 경로(action) 순서로 생성

Alpamayo 성과 — Alpamayo-VA (trajectory-only) 대비*

12% ↑	35% ↓	25% ↓
Long-tail 시나리오 planning accuracy	**Closed-loop** off-road rate	**Close encounter** (near-collision) rate

영향력
- 누적 다운로드 60만+
- Computex 2026 Best Choice Award
- JLR, Lucid, Uber 등 관심, 현대차그룹도 채택 검토

* NVIDIA 자체 ablation 결과 — 다른 E2E-VA 모델과의 비교는 미공개

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 2

Alpamayo 1 at a Glance

4개 모듈 중 Reasoning과 Action Generation이 DNN 기반 핵심 모듈

입력

Multi-camera images
4대 카메라 × 4 timestep = 16장
(front · left · right · front zoom-in)

Text prompts
system prompt + user prompt

Ego-motion history
과거 1.6 s의 xyz
(10 Hz, 16 waypoints)

Preprocessing
이미지 · 텍스트 · 궤적 tokenize

DNN
Reasoning
VLM이 reasoning 생성

DNN
Action Generation
diffusion으로 궤적 생성

Postprocessing
reasoning 문장 + trajectory

출력

Human-readable reasoning
예) "Nudge to the left to increase clearance from the construction cones..."

Future trajectory candidates
1개 이상의 6.4 s xyz + yaw
(10 Hz, 64 waypoints)

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 이남철 연구원) · 강의 4

Alpamayo 1 전체 파이프라인

Preprocessing	Reasoning	Action Gen.	Postprocessing
• **입력별 전용 tokenizer** • Image 2,880 • Text 158 • Trajectory 48	• Vision encoder로 embedding • 정해진 순서로 concatenate • **Language decoder가 reasoning token 생성** • KV cache 축적	• 64개 action token 무작위 초기화 • **Action decoder가 KV cache 참조** • diffusion으로 반복 정제	• Reasoning token → text • **Action token → 미래 경로**

KV cache 참조 (cross-attention)

입력 token 구성

2,880	158	48
Image tokens	**Text tokens**	**Trajectory tokens**
16장 × 180	기본 prompt	16 waypoints × 3축

핵심 연산 3요소 · 모두 Qwen3-VL 기반

Vision encoder | Language decoder | Action decoder

Bridged VLA — action decoder가 language decoder의 KV cache를 참조
action은 non-autoregressive(diffusion)로 생성

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 이남철 연구원) · 강의 4

Alpamayo 1.5: Navigation 입력 추가

Alpamayo 1의 한계

- 주어진 상황에 맞는 주행은 가능하지만 어디로 가야 하는지는 모름
- 좌회전 지시를 prompt로 줘도 경로 반영이 어려움

Alpamayo 1.5의 해결책

- Navigation prompt를 직접 입력받아 주행 목적 제공
- Nav. 영향 강화를 위해 diffusion에 CFG 적용

Reasoning 입력 순서 (prefill)

system prompt	images	ego-history	nav. prompt	user prompt
			NEW · n tokens	

Text token: 158 → 158 + n · 모델 구조는 Alpamayo 1과 동일

추가 prefill

- nav. prompt를 뺀 순서로 한 번 더 prefill → KV cache with Nav. / without Nav. 두 가지를 확보
  → 다음 장의 CFG에 사용

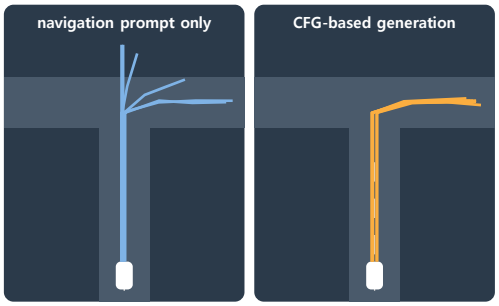
출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 이남철 연구원) · 강의 4

CFG의 효과: Navigation 추종

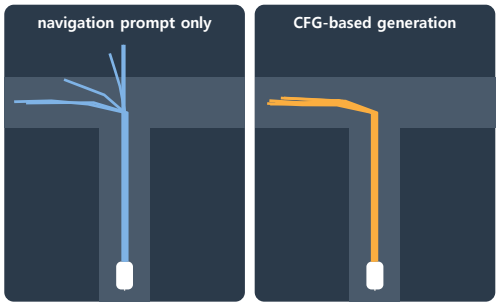
$$x + \alpha (y - x), \quad \alpha \geq 0$$

x 조건 없는 예측 (KV cache without Nav.)
y 조건 있는 예측 (KV cache with Nav.)
α(y − x) 조건이 만든 변화를 α배 증폭

Nav. prompt: "Turn right in 30m"



Nav. prompt: "Turn left in 30m"



※ 샘플 경로 분포를 단순화한 개념도 (원 결과: 강의 4 주행 영상)

동일 입력 · random seed → reasoning은 동일
CFG를 적용하면 샘플 경로가 지시 방향으로 더 일관되게 수렴

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 이남철 연구원) · 강의 4

핵심 요약

Alpamayo는 주행 상황을 이해한 뒤, 그 이해를 바탕으로 경로를 생성한다

4개 모듈

Preprocessing → Reasoning → Action generation → Postprocessing

핵심 연산을 수행하는 3가지 Transformer

Vision encoder	Language decoder	Action decoder
Reasoning 모듈 내부	Reasoning 모듈 내부	Action 생성 모듈 내부

Alpamayo 1.5
- **Navigation prompt + Classifier-free guidance**로 "어디로 갈지"라는 주행 목적까지 달성

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 이남철 연구원) · 강의 4

Alpamayo의 한계와 개선 방향

① 추론 지연

≈ 5 s

NVIDIA AGX Thor 기준
1회 추론 시간
→ **최적화 없이 차량 적용 어려움**

② 잘못된 reasoning

일부 상황에서 경로 오차 급증 (minADE@6.4s)



약 10배

세 가지 질문과 개선 방향

Q1. 매 sampling period마다 reasoning해야 하는가?	A1. Selective & Adaptive Reasoning	추론 지연 단축
Q2. Reasoning과 action 생성은 순차적이어야 하는가?	A2. Dual-System VLA	추론 지연 단축
Q3. 운전의 시간적 연속성을 어떻게 반영할 것인가?	A3. Streaming-Aware VLA	추론 최적화

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 2

A1. Selective & Adaptive Reasoning

Motivation Alpamayo는 매 주기 reasoning하지만, 인간 운전자는 매 순간 reasoning하지 않음
Key idea **상황에 따라 reasoning 여부와 정도를 조절**

AutoVLA (UCLA, NeurIPS 2025)

강화학습으로 단순한 상황의
불필요한 reasoning 감소
(fast / slow thinking)

MindVLA-U1 (CUHK·Li Auto·Tsinghua, 2026)

4가지 forward pass를 구현하고
그중 하나를 선택하도록 학습

MindVLA-U1의 4가지 forward pass

Action-only
act
reasoning 없이 action만
(E2E-VA처럼)

Action-first
act reasoning
action 생성 후 reasoning

Reasoning-only
reasoning
질의응답(QA)만 수행

Reasoning-first
reasoning act
reasoning 후 action
(Alpamayo처럼)

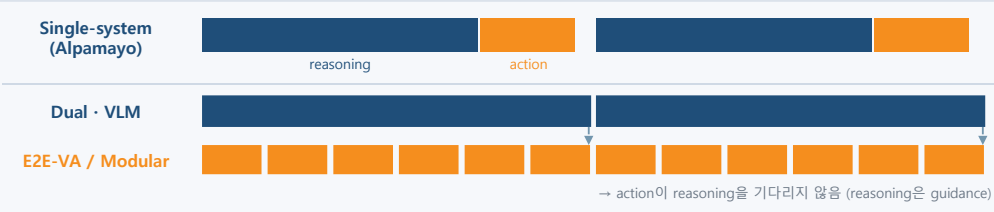
장점
- reasoning 토큰 감소
  단순 상황에서 빠른 action-only 실행

Open questions
- reasoning 여부는 누가 결정?
  (AutoVLA: 모델 / MindVLA-U1: 개발자)
- 잘못 결정했을 때의 safety 문제는?

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 2 · AutoVLA arXiv:2506.13757

A2. Dual-System VLA

Motivation reasoning이 끝나야 action 생성 가능 → reasoning이 길어지면 action도 지연
Key idea **reasoning path와 action path를 분리 → VLM + (E2E-VA | Modular AD)**



DriveVLM-Dual (Tsinghua·Li Auto, CoRL 2024)

VLM + Modular AD
VLM이 긴 주기로 경로 생성 →
modular planner가 짧은 주기로 경로 갱신

Senna / Senna-2 (HUST · Horizon Robotics)

VLM + E2E-VA 비동기 실행
VLM은 주행 결정(가속 · 우회전 등),
E2E-VA는 최신 결정으로 경로 생성

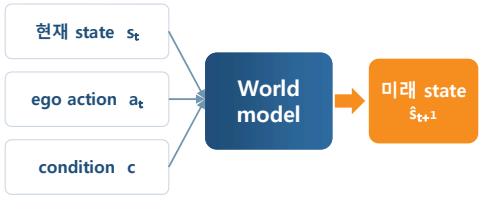
장점
- reasoning에 전적으로 의존하지 않고
  guidance로 활용 → 반응성 유지

Open questions
- 두 path의 판단 불일치 시 어느 쪽?
- 서로 다른 시점의 scene 참조 문제

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 2 · arXiv:2402.12289, 2410.22313

World Model과 Training 활용

World model
- 주변 환경을 인식하고, 행동에 따른 미래 환경 변화를 예측
- 데이터로 환경 dynamics · 물리적 regularity 학습
- 예측 형태: multi-view RGB, BEV feature map, latent 등



Training-time — 학습 개선용 데이터 생성

Inference-time — 미래 예측 · 추론 결과 평가

Synthetic data 생성 과정

1. 실제 scene / latent를 시작점으로
2. ego action · 도로 · 날씨 등 condition 입력
3. future scene 생성
4. 학습 데이터에 추가

실주행 데이터의 한계
- Scenario coverage: 모든 상황을 충분히 수집하기 어려움
- Action-outcome coverage: 관측된 행동 외 결과를 알 수 없음

World model 기반 극복
- Synthetic data generation: 수집 어려운 데이터 생성
- Closed-loop training: world model이 loop의 일부가 되어 행동 결과 생성

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 2

결론: VLA 기반 E2E AD의 진화 방향

효율적인 추론을 넘어, 미래를 예측하고 대응하는 주행 지능으로 진화

1 효율적인 VLA 추론

모델 구조 개선
- 필요한 상황에서 필요한 만큼만 reasoning
- reasoning과 action 생성의 역할 · 실행 경로 분리
- 시간적 연속성을 효율적으로 유지 · 갱신

대표 연구
AutoVLA · MindVLA-U1
DriveVLM-Dual · Senna
FlashDrive

2 World model 기반 Training

학습 범위 확장
- 필요한 데이터를 의도적으로 생성
- closed-loop 환경에서 다양한 주행 경험 학습

대표 연구
GAIA-3/4
Cosmos-Drive-Dreams
AlpaGym

3 World model 기반 Inference

Future-aware 의사결정
- 예측된 미래 state로 경로 생성
- 경로별 미래를 예측 · 평가해 최종 경로 선택

대표 연구
FutureSightDrive
Uni-World VLA
WoTE · World4Drive

출처: NVIDIA Alpamayo 기반 차세대 E2E VLA 자율주행 구현 전략 세미나 (서울대 홍성수 교수님) · 강의 2

SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

VLA의 파생 과제: VLN

문제 정의 · 벤치마크 · 평가 지표

국립군산대학교
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

VLN: 지시를 따라 목적지까지 이동

1 목표 입력	2 관측·기억	3 행동
자연어 지시 목적지 조건	현재 영상 이동 이력	이동·회전 정지 판단

VLN 성능을 제한하는 주요 문제

01 언어·시각 연결	지시의 객체·방향을 실제 장면에 대응
02 기억과 탐색	방문 장소를 기억하고 잘못된 경로 복구
03 환경 일반화	새로운 건물·도시·시점에 적응
04 실행과 정지	충돌을 피하고 적절한 위치에서 종료

실내 VLN 벤치마크

01 R2R	실내 경로 지시와 이산 시점 이동
02 R4R · RxR	긴 경로와 다국어 지시
03 REVERIE · SOON	객체 중심 목표와 탐색

시뮬레이터 선택이 평가를 바꾼다

실내 항법	항공 항법
▪ Matterport3D 계열 ▪ Habitat 연속 환경 ▪ Isaac 기반 물리 환경 01	▪ AirSim·Unreal 기반 ▪ 3차원 이동과 고도 변화 ▪ 도시 규모·시점 다양성 02

목표 도달을 평가하는 지표

01 NE	종료 위치와 목표 사이의 거리
02 SR	성공 거리 안에서 종료한 비율
03 OSR	경로 중 성공 거리 안에 진입한 비율

경로 품질을 평가하는 지표

01 SPL	성공과 경로 효율을 함께 평가
02 nDTW · SDTW	참조 경로와의 유사도 · 성공 반영
03 항공 평가	충돌 · 지연 · 비행 거리 · 안전성

VLN의 흐름: 표현에서 실행으로

01 2018–2020	Seq2Seq · Data augmentation · 탐색
02 2021–2022	Transformer memory · Global·local map
03 2023–2024	VLN-CE · LLM planning · VLA
04 2025–2026	장기 기억 · 데이터 확장 · 항공 실증

SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

VLN 대표 방법과 발전

기억 · 지도 · 계획 · LLM/VLA 기반 항법

국립군산대학교
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

이동 이력을 모델 안에 저장

Recurrent VLN-BERT

- 과거 상태를 반복 갱신
- 현재 관측과 지시 결합
- 다음 행동 선택

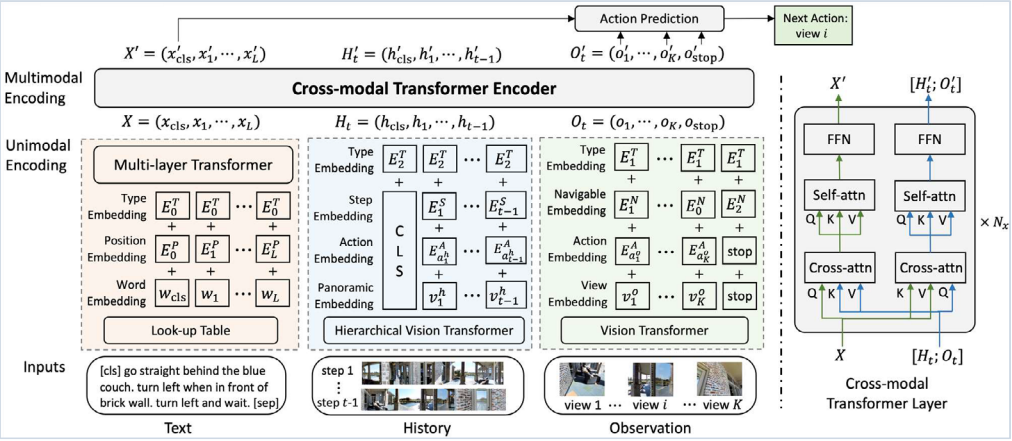
01

HAMT

- 이력을 계층적으로 표현
- 과거 관측과 현재를 연결
- 긴 경로의 맥락 유지

02

HAMT: 계층적 이력 표현

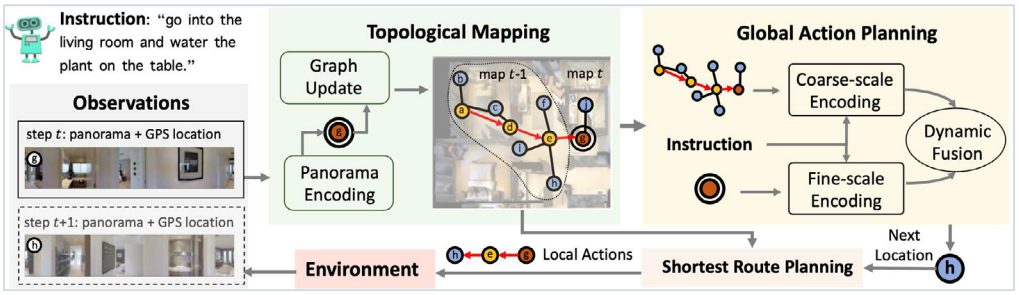


HAMT · NeurIPS 2021

DUET: Global planning과 local reasoning 결합

Global map	Local observation
▪ 방문·미방문 노드 관리 ▪ 장거리 탐색 방향 선택 ▪ 경로 복구 지원	▪ 현재 시점 후보 비교 ▪ 정밀한 다음 이동 선택 ▪ 전역 판단과 융합
01	02

DUET: Global·local 표현 융합



DUET · CVPR 2022

ETPNav: Topological planning을 연속 환경으로

1 지도 구축
관측에서 후보 waypoint 생성

2 경로 계획
Topological map 목표 노드 선택

3 이동 실행
Low-level control 관측 후 지도 갱신

ETPNav: 지도·계획·제어 구조

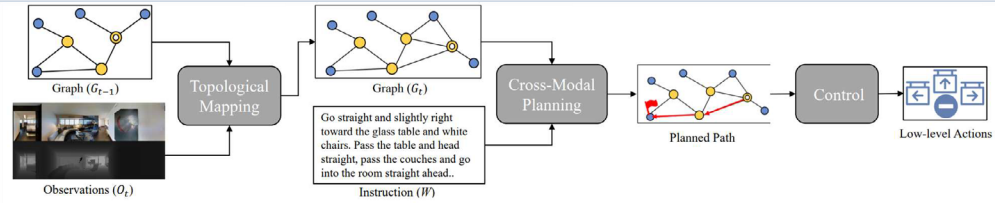


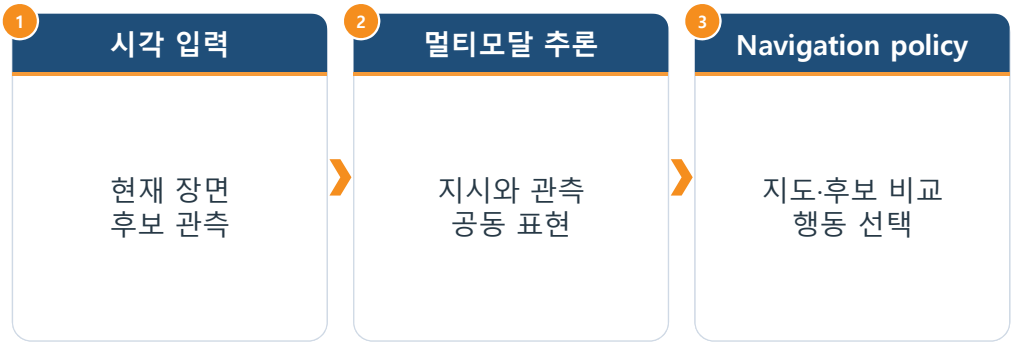
Fig. 1: Overview of the proposed model, ETPNav. It consists of three modules, a topological mapping module that gradually updates the topological map as it receives new observations, a cross-modal planning module that computes a navigational plan based on the instruction and map, and a control module that executes the plan with low-level actions.

ETPNav · 원 논문 구조도

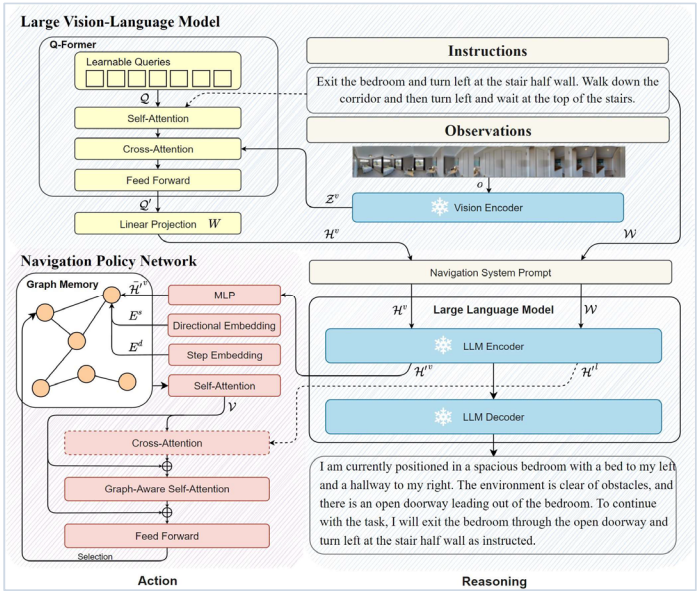
LLM을 항법 계획에 활용

- 01 NavGPT — 장면 설명과 추론으로 행동 선택
- 02 DiscussNav — 여러 판단 역할의 협력적 의사결정
- 03 MapGPT — 지도 정보를 활용한 전역 계획

NavGPT-2: 시각 추론과 정책 연결

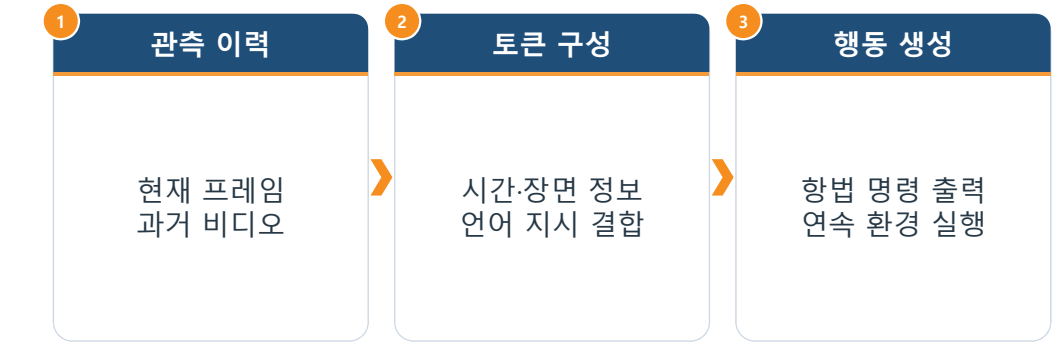


NavGPT-2: 멀티모달 항법 모델



NavGPT-2 · ECCV 2024

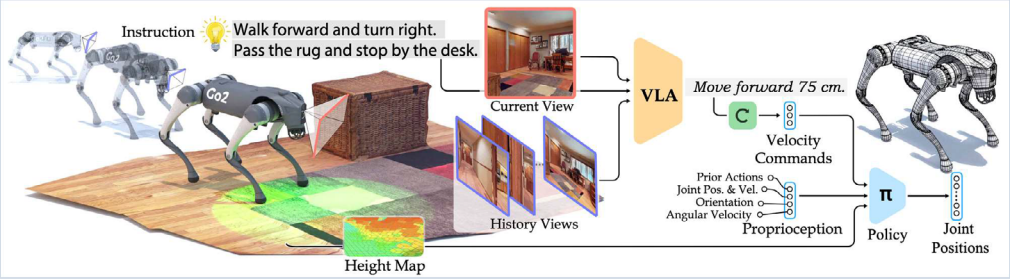
NaVid: 비디오 이력에서 행동 생성



NaVILA: High-level reasoning과 low-level control



NaVILA: 시각·언어·행동의 계층 구조



NaVILA · RSS 2025

VLN 시스템의 세 가지 구성 방식

Task-specific policy	LLM planning	VLA policy
▪ 지시·관측을 학습 ▪ 후보 행동 선택 ▪ 벤치마크 최적화	▪ 장면을 추상화 ▪ 언어로 경로 추론 ▪ 도구·제어기 연결	▪ 영상·언어 입력 ▪ 행동을 직접 생성 ▪ 로봇 데이터 활용
01	02	03

LLM·VLA 기반 항법의 확장

01 NavGPT 계열	멀티모달 추론과 Navigation policy 연결
02 NaVid · Uni-NaVid	비디오 이력 기반 행동 생성
03 NaVILA · StreamVLN	실로봇 실행과 스트리밍 처리

R2R 성능 향상 추이

01 초기 기준 모델	Test SR 약 20% 수준
02 Transformer·지도	역사적 보고치 약 60–70%대
03 데이터 확장	후속 보고치 약 70% 후반대

최근 VLN이 집중하는 문제

01 긴 임무	장기 기억 · 탐색 복구 · 목표 유지
02 효율적인 실행	추론 지연 · 캐시 · 선택적 재계획
03 환경 확장	실내에서 도시·항공·다양한 로봇으로

SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

드론 VLN 확장과 최신 동향

R2R → AerialVLN → VoLN, 유사 연구와 연구 방향

국립군산대학교
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

서로 다른 항법 문제를 정의

01 R2R	자연어 경로 지시 → 실내 이동
02 AerialVLN	자연어 경로 지시 → 3차원 비행
03 VoLN	목표 이미지 + 현장 단서 → 비행

R2R (2018) · AerialVLN (2023) · VoLN (2026)

R2R에서 드론 항법으로 옮길 때

R2R의 기반

- 90개 건물
- 21,567개 지시
- 평균 경로 약 10 m
- 성공 거리 3 m

01

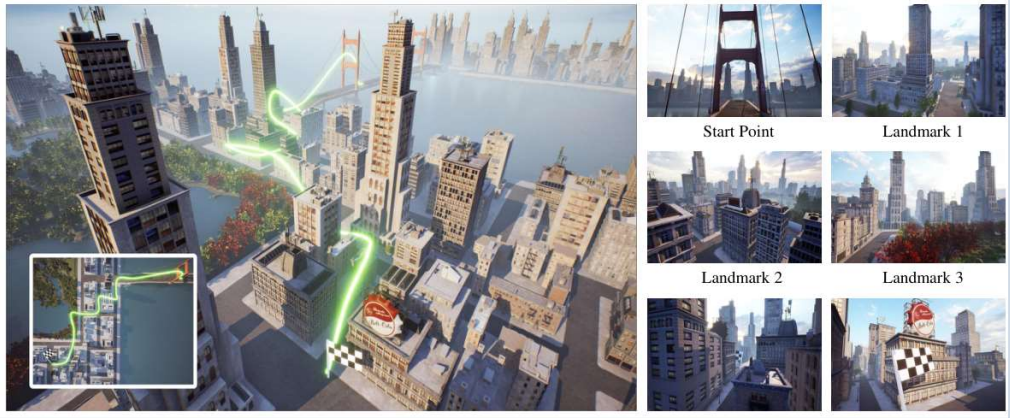
드론의 추가 과제

- 고도와 시점 변화
- 넓은 탐색 공간
- 희소한 랜드마크
- 비행 동역학·충돌

02

Anderson et al. · CVPR 2018

AerialVLN: 언어 지시를 따르는 비행



Liu et al. · ICCV 2023 · 원 논문 Figure 1

AerialVLN: 길어진 경로와 3차원 행동

데이터 규모

- 25개 환경
- 8,446개 경로
- 25,338개 지시
- 평균 경로 661.8 m

01

행동과 평가

- 이동·회전·고도 변화
- 8개 행동에 정지 포함
- 성공 거리 20 m
- 사람과 모델의 큰 격차

02

Liu et al. · ICCV 2023

AerialVLN의 성능 격차

01 전체 Test	CMA SR 1.6% / 사람 SR 80.8%
02 AerialVLN-S	CMA-DA SR 4.3% / LAG SR 4.5%
03 LAG의 역할	학습 중 참조 경로를 향한 행동 교정

평가 조건: AerialVLN 성공 거리 20 m

VoLN: 목표 사진과 현장 단서로 비행

사용하는 정보

- 목표 RGB 이미지 3장
- 현재 영상과 관측 이력
- 표지·랜드마크의 의미
- 기체 자세·속도·고도

01

정책에 주지 않는 정보

- 외부의 경로 언어 지시
- GPS·전역 위치
- 현장 표지는 사용 가능

02

Lou et al. · arXiv 2607.21400 · 2026 preprint

VoLN-MLLM: 단서를 모아 경로 결정

1 **Visual feature**
관측 영상
목표 이미지

2 **Semantic memory**
목표 관련 단서
위치·관측 이력

3 **경로 추론**
지시적 표지 선택
이동 방향 판단

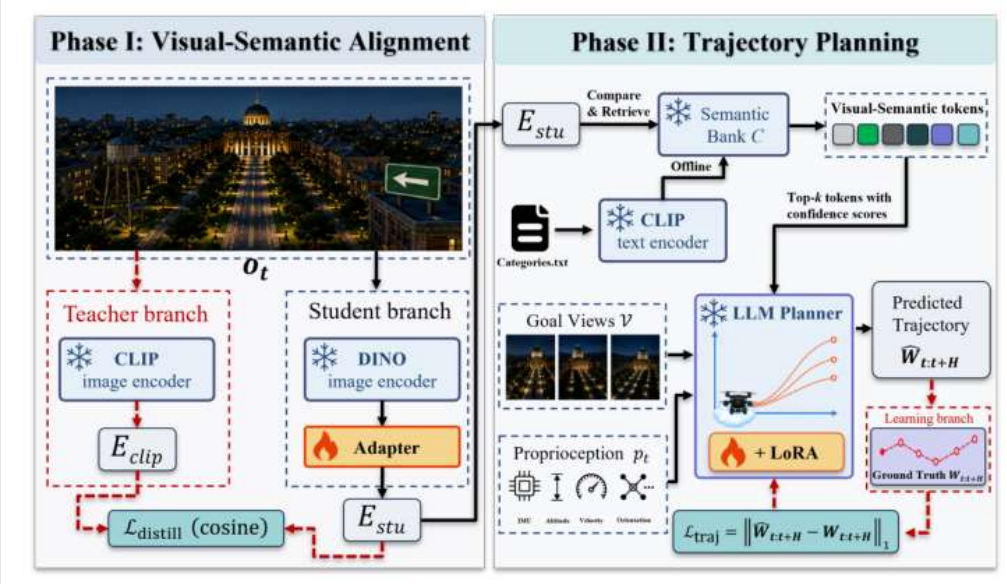
4 **기체 상태**
자세·고도·속도
상태 토큰

5 **행동 출력**
상대 3D waypoint
8개와 정지 신호

6 **비행 실행**
제어기 실행
관측 후 재계획

VoLN-MLLM · 개념 재구성

VoLN-MLLM의 모델 구조



Lou et al. · VoLN Figure 5

VoLN-MLLM의 성능 (장거리 구간의 성공률은 낮다)

01 Easy · 300 m 미만	SR 7.4% / OSR 14.6%
02 Normal · 300–450 m	SR 4.5% / OSR 10.1%
03 Hard · 450 m 이상	SR 1.8% / OSR 4.5%

Test-Unseen · VoLN-MLLM · 성공 거리 4 m

VoLN은 VLN 안팎을 잇는 확장 과제

계승한 흐름

- Image-goal Navigation
- 항공 VLN
- Semantic cue와 장기 기억

01

새롭게 묶은 문제

- 목표 관련 현장 단서 선택
- Active·passive beacon 구별
- 장거리 3차원 비행

02

연구 위치에 대한 문헌 종합

Image-goal Navigation의 연구 계보

01 Neural Topo. SLAM	2020 · 목표 이미지와 토폴로지 탐색
02 ViNT	2023 · 범용 시각 항법 모델
03 NoMaD	2024 · 목표 추종과 탐색을 통합

Neural Topological SLAM · ViNT · NoMaD

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

65

SIGN: 드론 Image-goal Navigation의 가까운 연구

SIGN

- 목표 이미지 기반 비행
- Visual RL policy
- Depth 기반 safety module
- 실내 실제 드론 실험

01

VoLN

- 목표 이미지 기반 비행
- 현장 Semantic cue 선별
- 장거리 기억과 추론
- 도시형 항공 벤치마크

02

SIGN · 2025 최초 공개 / VoLN · 2026 preprint

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

66

Semantic reasoning과 현장 표지를 쓰는 관련 연구

01 HRNav	VLM의 단기 계획 + 강화학습 실행
02 CityFly	표지 의미를 활용하는 저고도 드론 VLN
03 VoLN과의 관계	계획·실행 분리와 현장 의미 활용을 공유

Think before Go (2026) · CityFly (공개 출판본)

VoLN의 핵심은 안내 정보의 통로 변화

기존 경로 지시	VoLN의 현장 단서
▪ 사용자가 이동 순서를 제공	▪ 비행 중 표지와 장면 관측
▪ "우회전 후 건물로 이동"	▪ 목표와 관련된 안내 선택
▪ 언어 지시에 경로 정보	▪ 장면 안에 경로 정보
01	02

VoLN · 과제 정의와 beacon 설계

VoLN의 기여와 남은 검증

현재의 기여

- 새로운 평가 문제 구체화
- 현장 단서 선택의 필요성
- 장거리 비행 기준 모델

01

후속 검증

- 인공 표지 없는 자연환경
- 잘못된 안내와 단서 충돌
- 실외 장거리 비행 안정성

02

VoLN 및 관련 연구를 종합한 평가

최신 VLN: 장기 기억과 실행 효율

01 StreamVLN	스트리밍 추론과 공간 기억
02 NavFoM · LH-VLN	다양한 로봇 데이터 · 장거리 임무
03 AstraNav-Memory	긴 기억의 문맥 압축

공개 자료 확인 기준: 2026-09-07

2026년 9월: Selective reasoning과 event memory

01 VerNav	빠른 검증 후 필요한 경우에만 재생성
02 LookStep	Event-centric memory와 미래 상태 활용
03 항공 적용 과제	추론 주기와 비행 제어 주기를 분리

VerNav · 2026-09-01 / LookStep · 2026-09-02 공개

항공 VLN: 데이터와 공간 추론의 확장

01 TRAVEL · OpenUAV	도시 항공 환경과 언어 항법 데이터
02 OpenFly · FlightGPT	항공 정책 학습과 언어 기반 계획
03 SpatialSky	항공 시점의 공간 이해 능력 평가

ICLR 2025–2026 · EMNLP 2025 · CVPR 2026

항공 VLN의 다음 과제: 예측과 안전한 실행

01 HUGE · ImagineUAV	항공 환경 이해와 미래 예측 탐색
02 AirForesight	미래 관측을 활용하는 항법 연구
03 AGC-VLN	제약을 반영한 항공 항법 평가

2026 공개 연구 · 서로 다른 환경·평가 조건

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

73

드론 시스템: Semantic Planning과 비행 제어 결합

1	2	3
임무 입력	Perception·Memory	High-level Planning
언어 지시 또는 목표 이미지	영상·기체 상태 단서·지도 관리	목표·단서 정합 waypoint 생성
4	**5**	**6**
안전 처리	비행 제어	관측 피드백
충돌 위험 검사 waypoint 수정	상태 추정 자세·속도 제어	오차·진행 확인 필요 시 재계획

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

74

드론 연구 방향 1: 단서의 신뢰성

01 표지 의존도	정상 표지 / 표지 제거 / 자연 랜드마크
02 단서 충돌	무관한 표지 / 잘못된 안내 / 목표 불일치
03 평가 항목	성공률 · 경로 복구 · 잘못된 안내 추종

드론 연구 방향 2: Semantic memory와 비행 실행

01 SIGN + VoLN	안전한 실행과 장거리 Semantic memory 연결
02 항공 시점 적응	고도·방향·목표 사진 촬영 조건 변화
03 실증 지표	충돌률 · 제어 지연 · 거리별 성공률

연구의 초점: 현장 단서를 믿고 쓸 수 있는가

문제 설정	검증 목표
▪ 목표 사진으로 임무 지정 ▪ 현장에서 유효 단서 선별 ▪ 장거리 경로에 기억 유지	▪ 단서가 없어도 탐색 지속 ▪ 틀린 안내에서 경로 복구 ▪ 안전한 비행으로 연결
01	02

SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

Image-goal Navigation 시뮬레이션 비교

R2R 실내 환경 · 사진 목표 5개 기법 + 탐색 대조군

국립군산대학교
KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

기법별 최종 비교: 조건과 범위

01 비교 조건	기존 20개 · 최대 60회 판단
02 공통 처리	같은 사진 STOP · 같은 탐색 보정
03 모델 고유 요소	시간 문맥과 학습된 행동 출력 유지
04 평가 범위	실내 그래프 · 같은 데이터로 평가

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

시뮬레이션: 한 번의 판단과 이동

01 현재 관측	수평 RGB 12방향 · 현재 이동 후보
02 방향 선택	모델 출력 + 방문·반복 방향 기억
03 이동과 종료	선택 edge 이동 또는 명시적 STOP
04 성공 판정	목표까지 3 m 미만에서 STOP

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

대표 시나리오: 로비 반대편 출구

시작 위치의 전방 영상



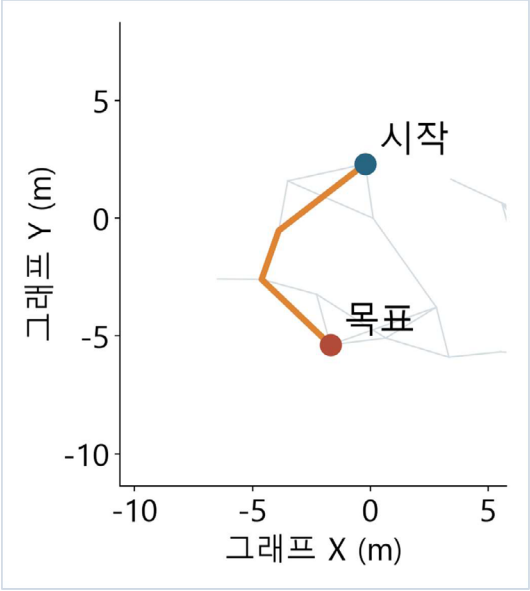
목표 사진



로비 반대편으로 이동해 출구 근처에서 대기
최단 거리 10.86 m · 동일 시작·목표·초기 방향

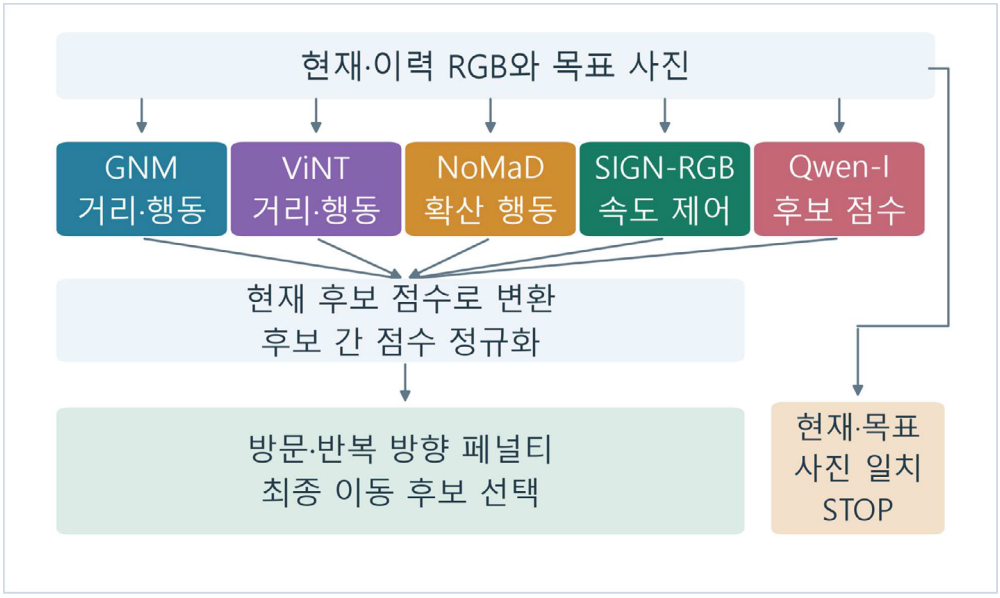
최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

시나리오: 시작과 목표의 연결 그래프



최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

모델 고유 출력과 공통 연결 처리



최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

GNM: 원래 모델과 추가한 처리

01 원래 모델	MobileNet 영상 결합 거리·waypoint 공동 예측
02 이번 추가	실제 이력 + 후보 방향별 추론 거리·회전 점수 정규화
03 실행 범위	사전 구축 topological map 미사용 이산 그래프 이동으로 연결

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

ViNT: 원래 모델과 추가한 처리

01 원래 모델	영상 토큰의 Transformer 결합 시간 문맥에서 거리·waypoint 예측
02 이번 추가	실제 이력 + 후보 방향별 추론 GNM과 같은 점수 연결
03 실행 범위	공식 가중치와 시간 문맥 유지 Subgoal diffusion 제외

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

NoMaD: 원래 모델과 추가한 처리

01 원래 모델	Goal masking + diffusion policy 항법과 탐색을 함께 표현
02 이번 추가	사진 목표 조건의 diffusion 출력 거리·waypoint로 현재 후보 평가
03 실행 범위	실제 이력과 diffusion 샘플 유지 최종 설정의 난수 민감도 확인

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

SIGN-RGB: 원래 모델과 추가한 처리

01 원래 모델	Visual feature + GRU hidden state 학습된 회전·전진 제어
02 이번 추가	후보별 추론 후 선택 상태 저장 연속 제어를 후보 점수로 연결
03 실행 범위	공식 RGB 항법 가중치 사용 Depth safety module·비행 동역학 제외

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

Qwen: 범용 VLM을 항법에 연결

01 원래 모델	영상·언어 의미를 처리하는 VLM 전용 Navigation policy와는 다른 출발점
02 이번 추가	최근 2개 영상 + 파노라마 유효 후보 문자 확률로 이동 선택
03 목표별 종료	Qwen-I: 공통 사진 STOP Qwen-L: 지시·영상의 Y/N 도착 판단

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

공통 보정: 모델 차이를 유지하는 조건

01 점수 정규화	후보 내 점수 단위를 통일 모든 기법의 모델 출력 유지
02 탐색 기억	방문 페널티 4 · 반복 방향 페널티 2 기법별로 다른 가중치 미사용
03 사진 일치	도착 확인에만 공통 적용 이동 방향은 모델과 탐색 기억으로 결정

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

89

대조군: 탐색 규칙만으로 얻는 성능

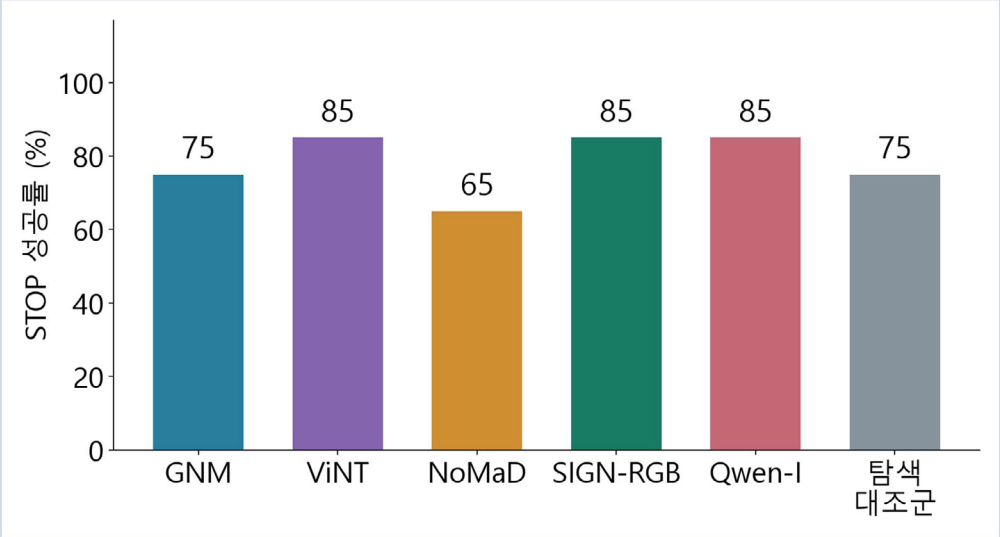
01 같은 입력	현재 후보 · 방문 기억 · 목표 사진
02 같은 연결	같은 탐색 페널티 · 같은 사진 STOP
03 비교 목적	학습 모델을 제외한 성능을 측정 모델 출력의 실제 기여를 함께 확인

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

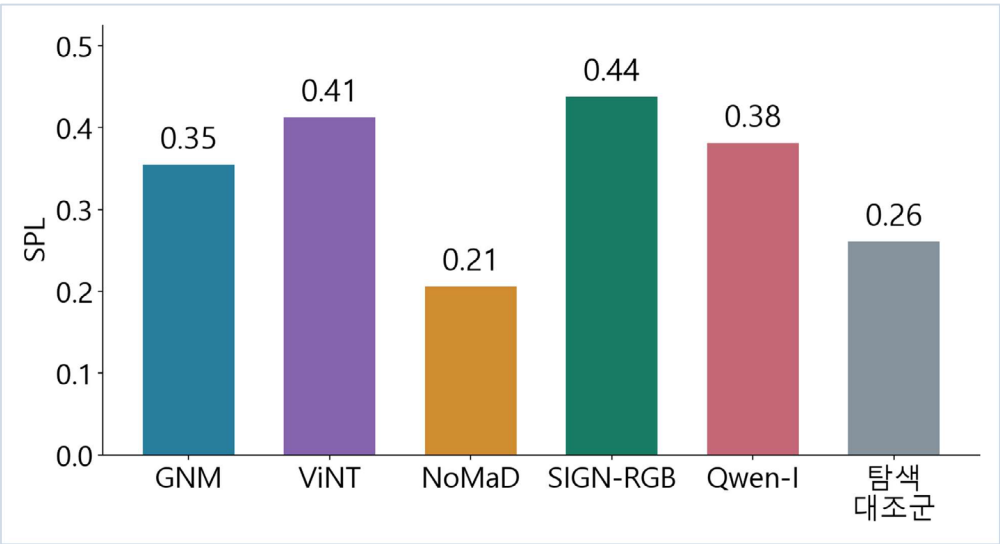
90

최종 성공률: 같은 20개·60회 판단



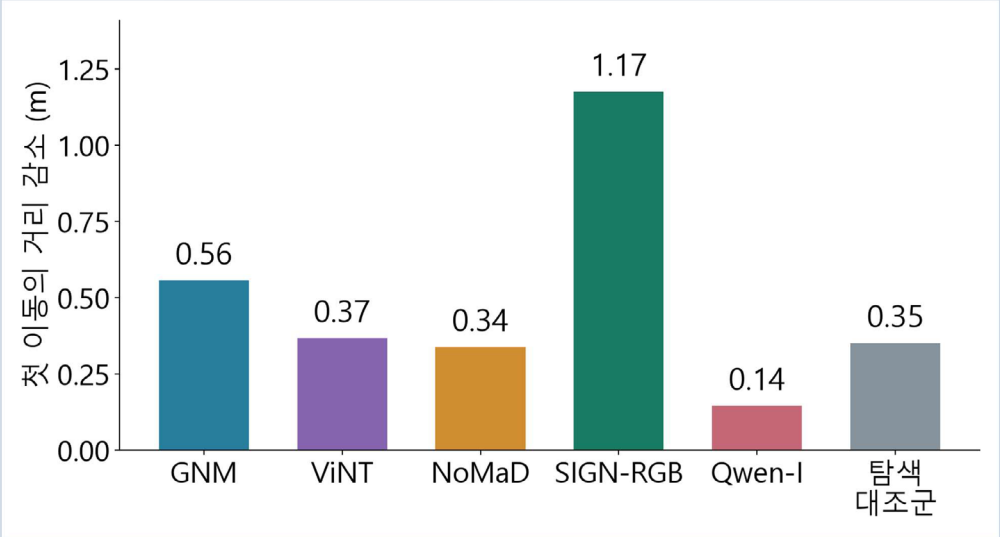
최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

최종 SPL: 성공과 경로 효율



최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

시작 성능: 첫 이동의 목표 접근

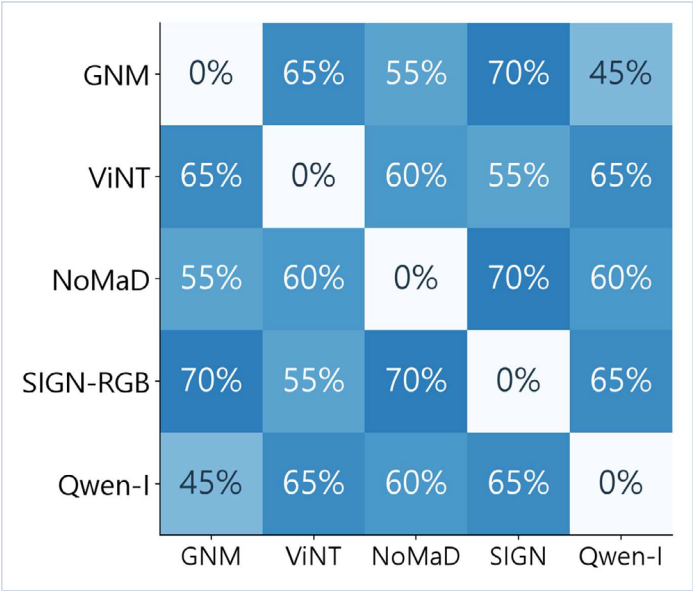


최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

93

같은 시작 관측에서 행동이 달라지는 비율



최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

94

최종 결과에서 확인한 기법별 차이

01 성공 건수
최고 85% · 대조군 75%
같은 20개에서 성공 2건 차이

02 경로 효율
SIGN-RGB SPL 0.438
탐색 대조군 SPL 0.261

03 시작 판단
첫 이동 평균 진전: SIGN-RGB
목표 거리 1.17 m 감소

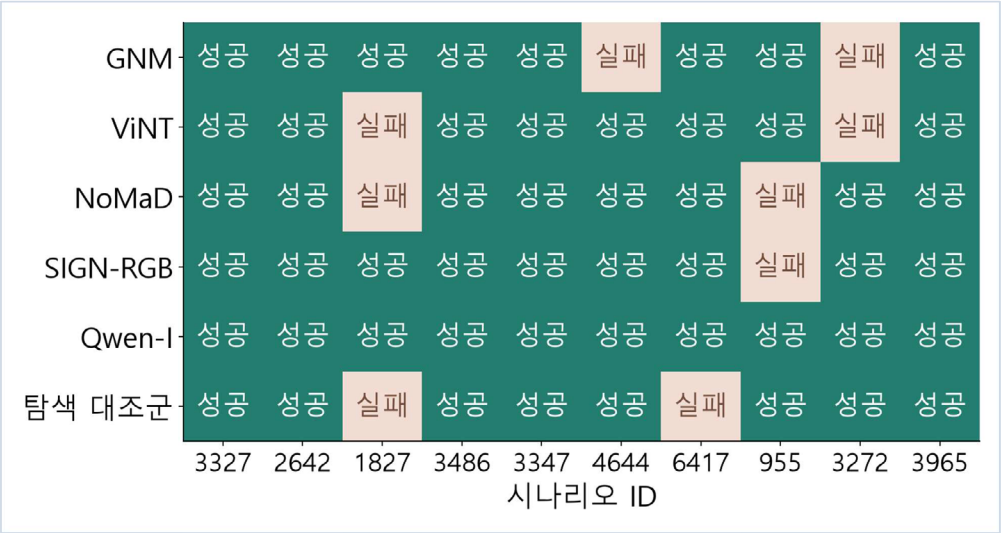
최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

첫 10개 시나리오의 최종 결과



최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

다음 10개 시나리오의 최종 결과

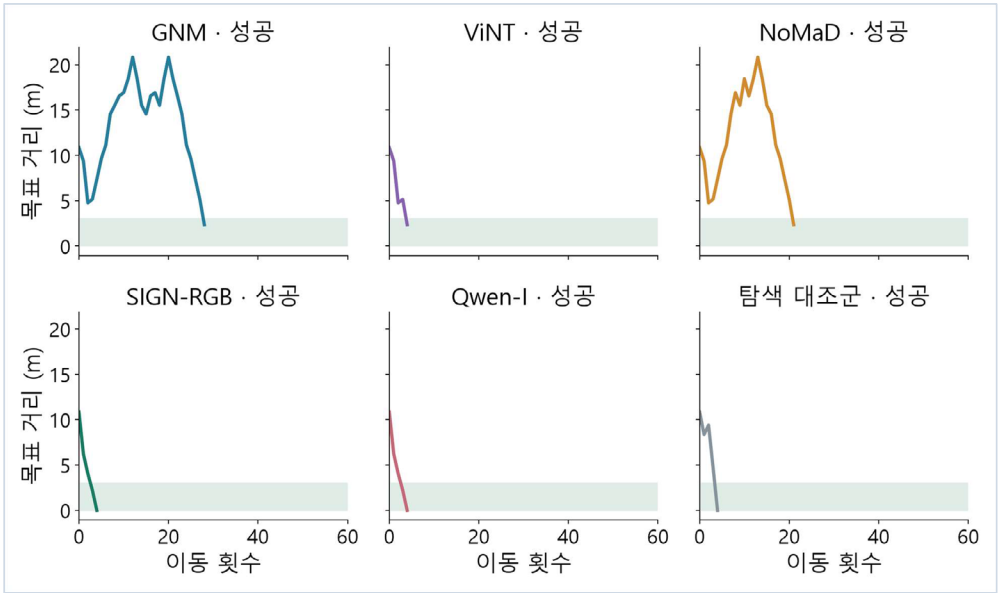


최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

97

로비 시나리오: 기법별 최종 경로 진행



최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

98

로비 사례: 첫 이동과 전체 경로의 차이

기법	첫 진전 m	이동 수	경로 m	SPL
GNM	1.46	28	67.0	0.162
ViNT	1.46	4	11.9	0.909
NoMaD	1.46	21	52.3	0.208
SIGN-RGB	4.64	4	11.5	0.947
Qwen-I	4.64	4	11.5	0.947
탐색 대조군	2.49	4	16.7	0.649

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

같은 로비의 최종 RGB: GNM과 SIGN-RGB

동일 로비 시나리오 · 기법별 최종 실행

GNM



판단 0 · 이동

최종 성공 · SPL 0.16

SIGN-RGB

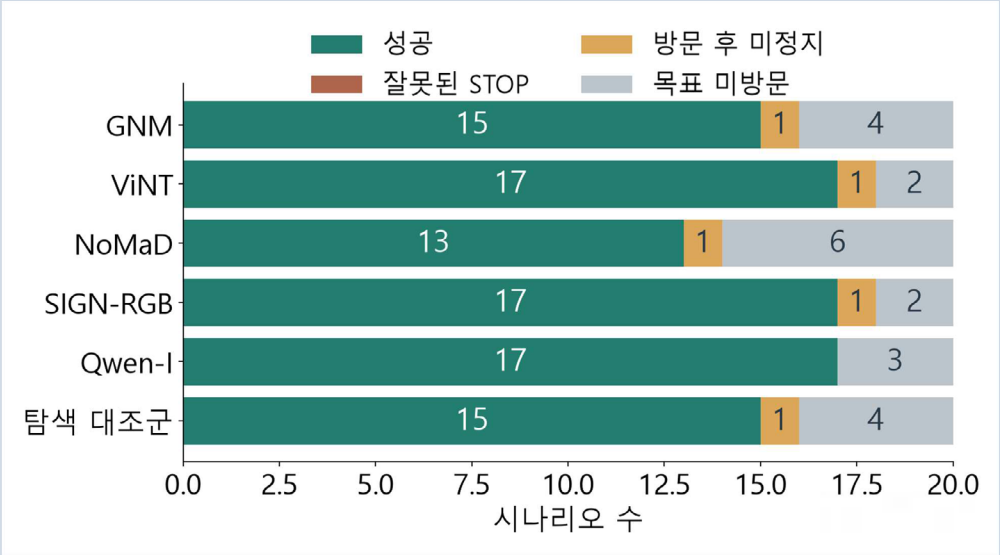


판단 0 · 이동

최종 성공 · SPL 0.95

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

최종 실패 유형: 탐색과 정지를 구분

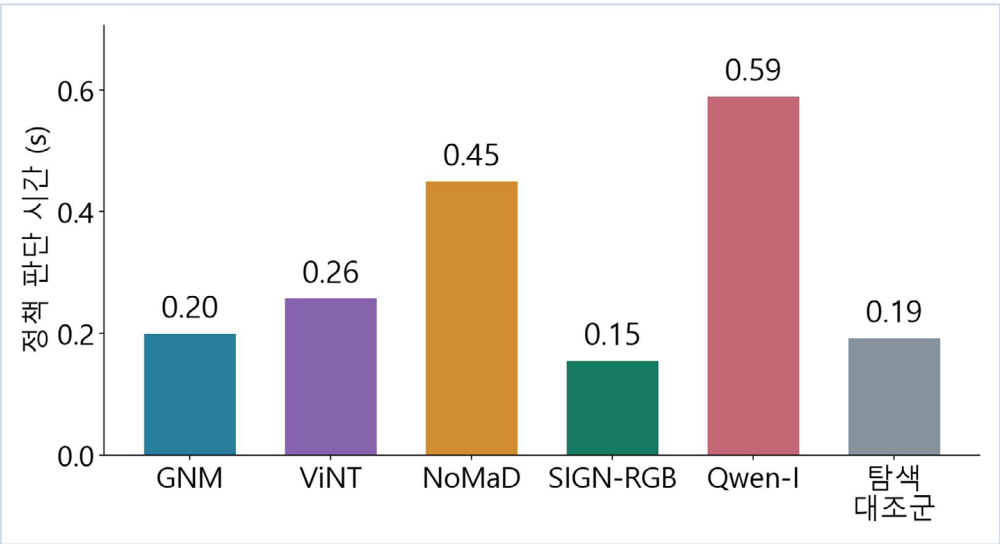


최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

101

최종 판단 시간: 노트북 실측



최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07

Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY

102

언어 목표: 사진 목표와 구분해 집계

01 Qwen-L 결과	성공 15% · SPL 0.065 같은 20개 · 같은 60회 판단
02 목표 정보	경로 지시와 현재·이력 영상 사용 목표 사진 대신 의미·순서 해석 필요
03 도착 판단	Y/N 영상 판단의 공통 임계값 정해진 시점의 무조건 STOP 제외
04 실행 범위	범용 Qwen에 추가 학습 없이 연결 VLN 전체의 성능을 대표하지 않음

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07



Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY



103

비교의 범위와 드론으로의 확장

01 기법 간 차이	동일 연결 조건에서 모델 시스템 비교 원 논문 전체 시스템의 순위는 아님
02 표본과 난수	같은 20개로 설정 선택·평가 NoMaD 시드별 65%, 70%, 60%
03 드론 검증	고도·시점 변화·스캔 비용 추가 깊이·충돌·연속 비행 제어 검증 필요

최종 설정 비교 · 같은 20개로 설정 선택·평가 · 가중치 고정 · 2026-09-07



Autonomous Navigation System Lab. || KUNSAN NATIONAL UNIVERSITY



104

주요 참고 논문

01 과제 정의	R2R · AerialVLN · VoLN
02 Image-goal Navigation	Neural Topological SLAM ViNT · NoMaD
03 항공·Semantic Planning	SIGN · HRNav · CityFly

Thanks for your attention!

Email: sykim77@kunsan.ac.kr
Associate Professor
School of Mechanical Engineering
Kunsan National University, Republic of Korea



기업홍보

Company Promotion

목차

[ES] 기업홍보

[ES-1] 가치공간정보㈜ ····· 227
[ES-2] 덕산넵코어스㈜ ····· 233
[ES-3] 로데슈바르즈코리아㈜ ····· 239
[ES-4] 성화테크㈜ ····· 245
[ES-5] 와이즈시스템㈜ ····· 251
[ES-6] 유블럭스 ····· 257
[ES-7] 인성인터내쇼날㈜ ····· 263
[ES-8] ㈜누비콤 ····· 269
[ES-9] ㈜마이크로인피니티 ····· 275
[ES-10] ㈜문화방송 ····· 281
[ES-11] ㈜씨너렉스 ····· 287
[ES-12] ㈜아센코리아 ····· 293
[ES-13] ㈜울트로닉스 ····· 299
[ES-14] ㈜이투비비 ····· 305
[ES-15] ㈜지엔에스에스솔루션 ····· 311
[ES-16] ㈜케이티샛 ····· 317
[ES-17] ㈜파이버프로 ····· 323
[ES-18] ㈜피피솔 ····· 329
[ES-19] 지티에스솔루션즈㈜ ····· 335
[ES-20] 키사이트테크놀로지스코리아 ····· 341



[ES-1]

가치공간정보㈜

가치공간정보

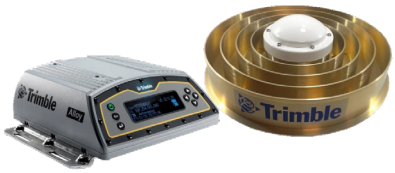
가치있는 공간정보의 구축

- GNSS 고정밀 측위 솔루션 공급 및 CORS 유지보수 전문 업체
- GNSS 데이터 통합센터, DGNSS 연계 시스템, 네트워크 RTK 시스템 유지관리 수행 중

<GNSS CORS 유지관리>



<GNSS 솔루션 공급>



<업무용 GNSS 응용 프로그램 개발>



가치공간정보
Valuable Spatial Information

고정밀 GNSS 측위 보정 시스템 유지관리 서비스

국토지리정보원 GNSS 데이터 통합센터 유지보수

- NTRIP 기반 RTK 측위보정 데이터 제공 시스템
- RINEX 수집, 전처리, 제공 및 관리



국립해양측위정보원 DGNSS 업무용 솔루션 개발

- Bernese 기반 고정밀 좌표 시계열 모니터링 시스템 개발 및 납품
- DGNSS 통합 모니터링 시스템 개발/납품 및 유지보수

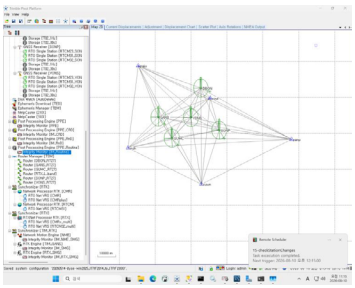


가치공간정보
Valuable Spatial Information

고정밀 GNSS 측위 보정 시스템 유지관리 서비스

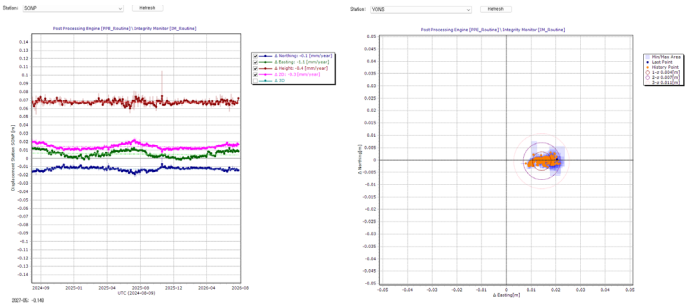
서울시 네트워크 RTK 시스템 유지보수

- Trimble PIVOT VRS3Net 솔루션 유지관리
- 5개 위성기준국 유지관리



기타 - 실시간 변위 모니터링 시스템

- GNSS 및 광파측량 통합 변위 모니터링 시스템 설치
- 미국 Guam 현장, 대한지질학회, 청풍대교 외



가치공간정보
Valuable Spatial Information

고정밀 GNSS 측위 솔루션 공급

변위모니터링 및 고정밀 GNSS 후처리

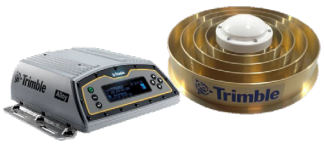


Trimble 4D Control 시스템

Bernese

Bernese 기반 고정밀 후처리 솔루션

상시관측/변위 모니터링용 GNSS 수신기 세트



Trimble Alloy 및 Chokering Antenna

GNSS/INS 솔루션



Applanix POS LVX Series

GNSS 측위/항법 솔루션

Trimble RTX

Trimble RTX 측위보정 서비스



Trimble MPS GNSS Series

가치공간정보
Valuable Spatial Information

3D 매핑 솔루션 공급

고정익 UAV



Wingtra Ray



Trinity Pro

3D 스캐너



광대역 스캐너



포터블 스캐너

회전익 드론 및 데이터 취득 센서



회전익 드론

3종 모두 탑재 가능



고해상도 카메라



다분광 카메라



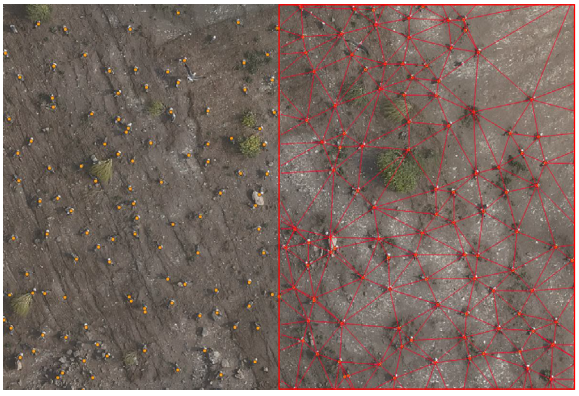
라이다 (LIDAR)

가치공간정보 Valuable Spatial Information

드론 이미지 기반 공간/객체 정보 분석 서비스

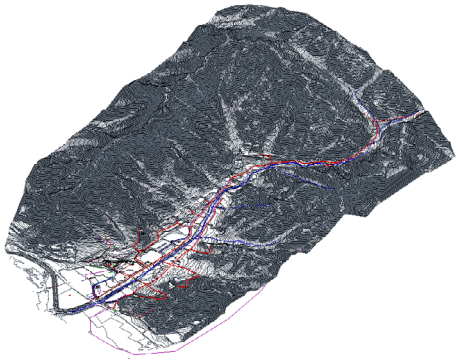
드론 이미지 기반 AI 분석 서비스

- 국립생태원) 조류 개체수 탐지 및 공간 분석, 해양 쓰레기 현황 모니터링



드론 측량 기반 현황측량

- 드론 라이다를 활용한 현황측량
- 매립지 현황측량을 통한 매립 물량 산출(송도 현장)



가치공간정보 Valuable Spatial Information

드론 이미지 기반 공간/객체 정보 분석 서비스

산림 공원 불법 점유지 모니터링

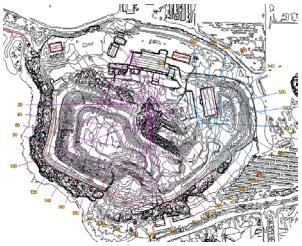
- 드론 이미지 기반 국공유지 불법 점유 모니터링
  (서울 강북 우이동 계곡 일대)



드론 스캐닝 및 단면도 제작

- 노천 광산 붕괴지 드론 스캐닝 및 단면도 제작

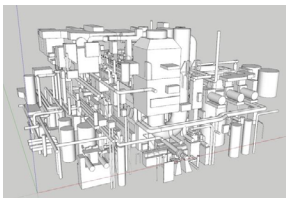




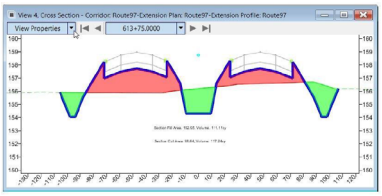
가치공간정보
Valuable Spatial Information

3D 스캐닝 및 모델링 서비스

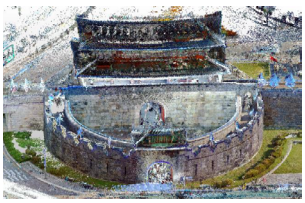
전파 간섭 분석을 위한 선박 기계실 모델링



드론 측량 기반 토공량 산출 분석



수원 화성 3D 스캐닝



노천 광산 붕괴지 드론 스캐닝 및 지형 모델링



가치공간정보
Valuable Spatial Information



[ES-2]

덕산넵코어스㈜


DS Navcours
AEROSPACE
DEFENSE INDUSTRY
NAVIGATION INFRASTRUCTURE
특수목적용 항법 / 항재밍 토탈 솔루션 기업
덕산넵코어스


0. 프롤로그 / 1. 회사 개요 / 2. 보유 기술 / 3. 사업 현황 / 4. 끝맺음
덕산넵코어스는?
DS Navcours
특수목적용 항법 / 항재밍 토탈 솔루션 기업
DS Navcours
산업 체계별 독보적 기술력과 제품으로
산업 내 핵심 부품 제작 및 납품
방위산업
천무, K계열 전차 등 다양한
무기 체계 부품 양산 실적 보유
대표제품
천무 유도탄용 위성항법 수신기
우주산업
누리호 발사 및 SAR 위성 등
발사체/위성체 실적 보유
대표제품
발사체용 위성항법 수신기
민수 및 수출
원천기술 활용을 통한 해양산업,
국가 인프라 등으로 신규사업 진출
대표제품
해상용 지상파 통합항법수신기
2

회사 개요

DS Navcours

차별화된 항법기술로 지속 성장하는 덕산넵코어스

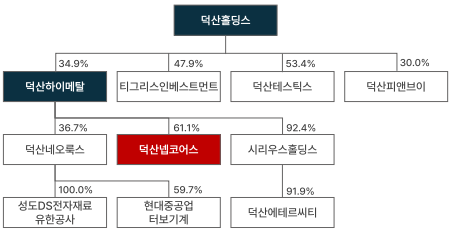
회사 개요

대표이사	황 태 호
설립일자	2012.12.28
임직원	184명 2026년 5월말 기준
매출액	485억원 2025년
사업분야	특수목적용 항법장치 개발 및 제조

주요 연혁

- (2013.03) 항공유도분야 방산업체 지정
- (2021.03) 덕산넵코어스(주) 출범
- (2024.09) 방산혁신기업 100 선정(기타 분야)
- (2025.02) NADCAP 국제인증 Gold 획득
- (2025.10) 기술성평가 A&A 획득
- (2026.03) 도약프로그램 선정

지배구조





조직 구성

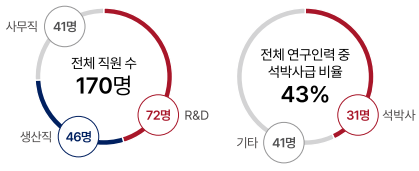
DS Navcours

체계적인 조직 구성과 우수한 R&D 인력 기반으로 달성한 최고의 항법 기술



진입장벽 구축

R&D 중심의 인력 구성



설계에서 양산까지100% 자체기술 구축

시제 제작 ▶ 시험평가 ▶ 규격화 ▶ 양산

100%	100%	100%
하드웨어 기술	소프트웨어 기술	시험평가기술

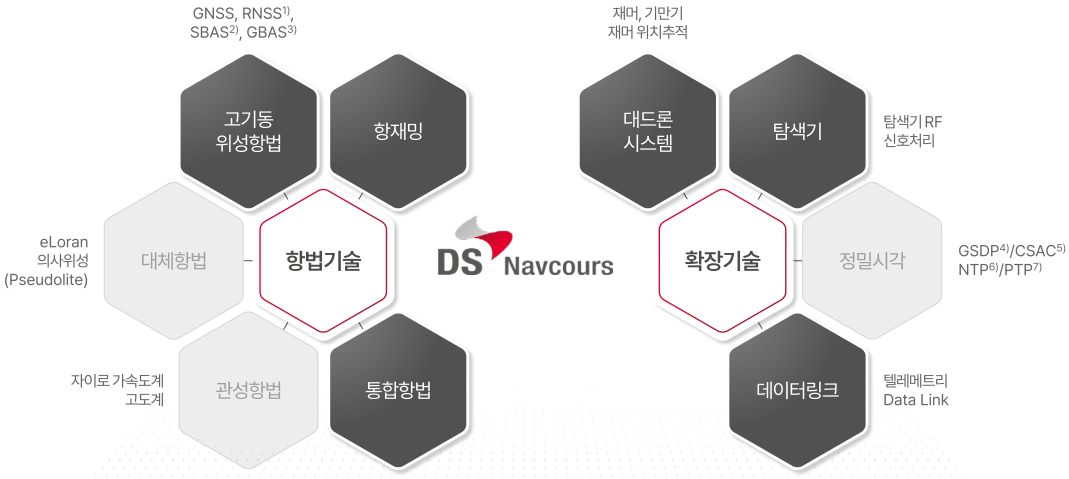
100% 기술 자립도
설계, 개발, 제조, 시험 등 전 과정 토탈 솔루션 시스템 보유

*인력 구성 현황 : 2025년 7월 기준

보유 기술

DS Navcours

항법부터 확장기술까지 전 영역을 아우르는 특수목적 항법기술 포트폴리오



RF, 안테나, 디지털 신호처리, S/W, H/W, M&S 기술

1) RNSS : Regional Navigation Satellite System (지역 위성항법시스템)
2) SBAS : Satellite Based Augmentation System (위성 기반 보정 시스템)
3) GBAS : Ground Based Augmentation System (지상 기반 보정 시스템)
4) GSDP : Global Satellite Data Processing (범지구 위성 데이터 처리)
5) CSAC : Chip Scale Atomic Clock (칩 스케일 원자시계)
6) NTP : Network Time Protocol (네트워크 시간 프로토콜)
7) PTP : Precision Time Protocol (정밀 시간 프로토콜)

5

주요 사업 : 포트폴리오

DS Navcours

방위산업-우주항공-항법인프라 등 항법 기술 중심의 사업 영위



1) LAMD : Low Altitude Missile Defense (저고도 미사일 방어체계)
2) IFCC : Integrated Flight Control Computer (통합형 비행제어컴퓨터)
3) GNSS : Global Navigation Satellite System (범지구 위성항법시스템)
4) DGPS : Differential Global Positioning System (차등 위성항법 보정시스템)

6

생산 및 품질 능력

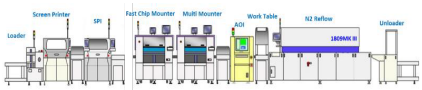
DS Navcours

고품질의 안정적인 생산이 가능한 생산시설 및 인증 보유

주요 제조 시설

- 대량 양산이 가능한 NADCAP 인증 제조시설 보유
- 연간 생산량 : 11,000 ea

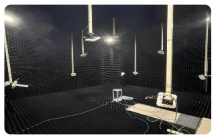
천무(안테나수신기)	연 4,000 개
전차용 항법장치	연 270 개
기타장치	연 6,700 개



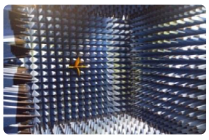
NADCAP 인증 SMT 제조 시설

주요 시험 시설

- 규격 및 성능 입증을 위한 자체 시험 시설 보유



항재밍 챔버



안테나 챔버

주요 품질 인증

국내 유일 PBA분야 획득
국내 유일 골드 등급



항공우주 품질경영 (영 Lloyd)



항공우주/방산 상호 인증 (미 PRI)



군수/방산품 품질 인증 (방위사업청)

우수 협력업체 인증



한화 협력업체 S등급



KDI 최우수 협력회사

Vision

DS Navcours

차별화된 기술력으로 세계 시장을 무대로 성장하는 글로벌 리더로 도약

DS Navcours

방산 사업 강화

- 다양한 국내 무기체계로 양산 제품 확대
- 해외 방산 기업으로 직수출을 통한 수익성 개선

민간 · 우주산업 확대

- 기술 고도화를 통한 민수 시장 선점
- 위성체/발사체 등 우주산업 주요 제품 공급을 통한 차세대 기술 시장 선점

신규 성장 동력 + 기존 사업

●● 국내 NO.1 항법/항재밍 토탈 솔루션 기업 ●●

항법 시장의 확대

소형포탄 등 무기체계 확대에 따른 주요 사업의 고성장

항재밍 수요 확대

방산부터 민수까지 다양한 전파 공격으로 항재밍 시장 성장

고부가가치 우주산업

발사체,위성체 등 우주산업 레퍼런스로 차세대 핵심 시장 선점

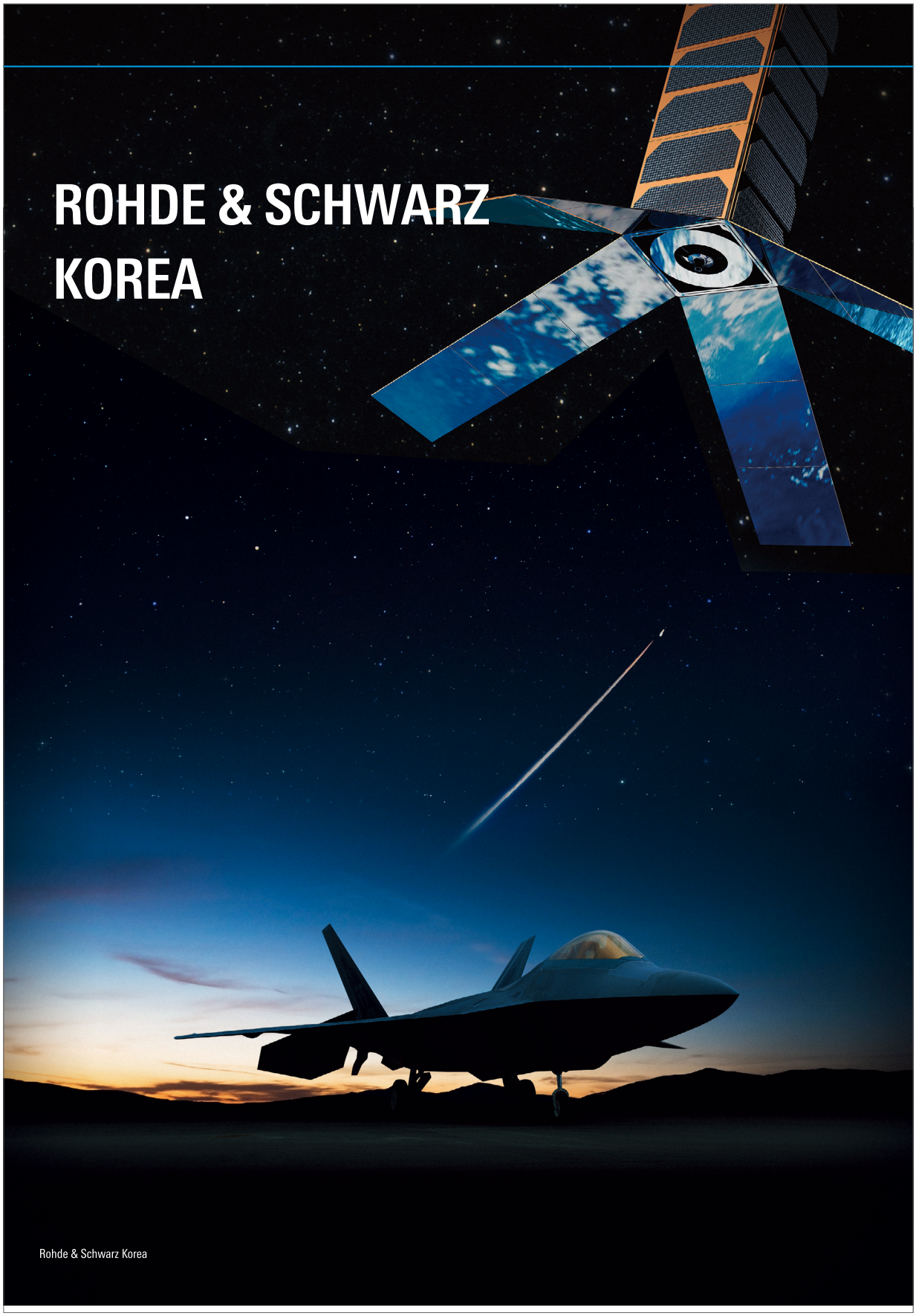
민수 시장으로의 진출

주요 방산 기술 소형화 및 확대로 다양한 민수 시장 수요 선점



[ES-3]

로데슈바르즈코리아㈜


ROHDE & SCHWARZ
KOREA
Rohde & Schwarz Korea

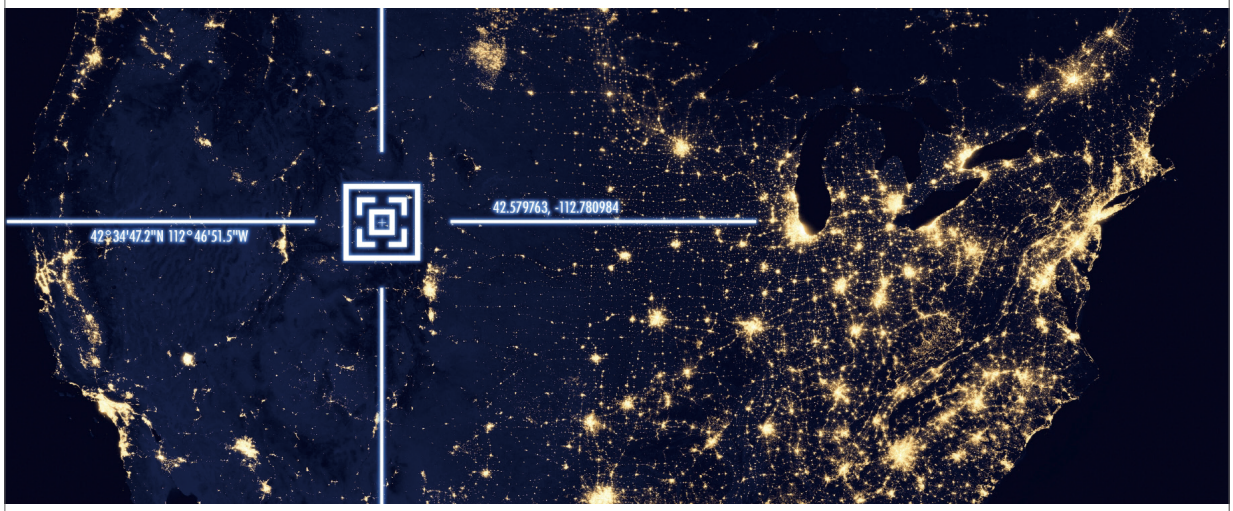

GNSS
42°34'47.2"N 112°46'51.5"W
42.579763, -112
Navigation
위성 항법 시스템은 위성을 사용하여 위치 결정 및 탐색을 수행하는 시스템입니다. 위성 항법 시스템은 항공 운항, 해양 탐사, 차량 내비게이션 등 다양한 분야에서 중요한 역할을 하고 있습니다. 전문적인 솔루션 공급사인 로데슈바르즈는 위성 항법 시스템의 다양한 분야에서 중심 역할을 수행하고 있습니다.
로데슈바르즈의 GNSS 시뮬레이터는 위성 항법 시스템의 성능을 평가하고 검증하는 데 필수적인 도구입니다. 시뮬레이터는 GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou 등 다양한 위성 항법 시스템의 배치 및 환경을 시뮬레이션하여 항상 동일한 조건을 재현할 수 있으며, 실제와 유사한 다양한 환경을 모사하여 정확한 RF 수신 성능을 평가할 수 있습니다. 또한, 로데슈바르즈의 SMW200A는 하나의 RF 출력단에서 AWGN 기능을 이용한 Jamming 시뮬레이션이 가능하며, 두 개의 RF 출력단을 이용하여 진보된 Jamming 및 Spoofing 모사까지 지원합니다. 이러한 강력한 기술을 토대로 시스템의 정확성, 신뢰성, 안정성을 확인할 수 있습니다.
또한, KPS 프로젝트의 성공적인 수행과 위성 항법 시스템 발전을 위해 신호 분석 및 시뮬레이션, 위성 신호 검증, 통신 및 데이터 전송 등을 위한 최신의 다양한 포트폴리오를 지원하고 있습니다.
Rohde & Schwarz Solutions
• GPS
• GALILEO
• BeiDou
• IRNSS
• QZSS
• KPS
• SBAS
• KASS
ROHDE&SCHWARZ

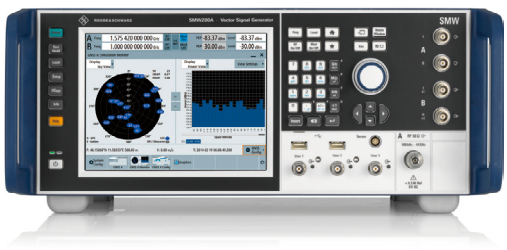
GNSS

Satellite

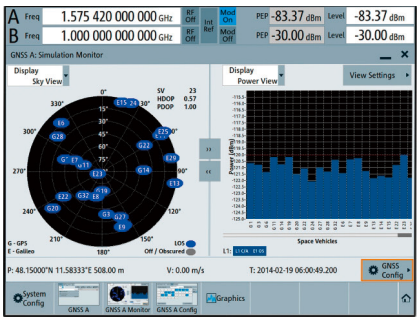
GNSS 수신 시험은 현실적인 조건에서 수행될 때에만 결과의 확실성을 인정받을 수 있습니다. 따라서 완전한 GNSS 시뮬레이션은 위성 궤도, 신호 전파 특성, 수신 안테나 및 수신 환경의 특성을 적절히 시뮬레이션해야 합니다. 차량의 특성을 고려한 사용자 이동의 현실적 모델링도 시뮬레이션 프로세스의 일부입니다. 간섭 신호 발생도 현실에 가까운 시뮬레이션 환경을 설정하기 위한 중요한 요소입니다.

로데슈바르즈는 다양한 GNSS 테스트 솔루션을 제공하며, 이를 통해 현실에 가까운 GNSS 시뮬레이션을 구성하고 명확히 정의된 통제 환경에서 측정을 수행할 수 있습니다. 모든 GNSS 시나리오는 사용자가 원하는 설정이 가능하며, 재현이 가능합니다.





R&S®SMW200A Vector Signal Generator



GNSS: Simulation Monitor

Rohde & Schwarz Korea

GNSS Simulation

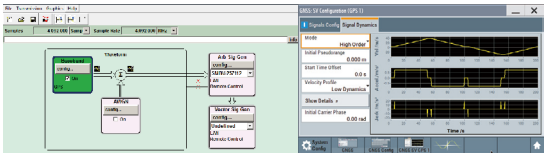
Generating

최대 612개 위성까지 GPS, GLONASS, GALILEO, BeiDou 등 다양한 GNSS 신호를 신호를 생성합니다. 또한 Multi path, 대기층 전리층에 의한 영향 등 실제환경에서 발생할 수 있는 리얼타임 시나리오를 제공함으로서 수신기 제조 업체 및, 관련 업체에서 효과적인 솔루션으로 사용 할 수 있습니다.

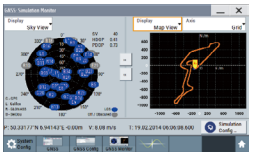
Key Features

- 최대 612개의 GNSS 신호를 Hybrid(GPS, Galileo, Glonass, BeiDou, GBAS, etc.) 로 생성할 수 있는 기능 제공
- GNSS L1, E1/L2/L5, E5 밴드 및 C/A,L2C, P 코드 지원 / Jamming 및 Spoofing 신호 지원
- 다양한 조건 및 환경에 대한 시뮬레이션 모드 지원
- Moving 시나리오를 제공하여 유저가 직접 이동거리를 디자인(최대 마하 30)
- 건물 및 터널, 이동체 등 각종 장애물까지 고려한 Multipath 지원
- Antenna Pattern 및 이동체(자동차, 비행기 등)에 Body Masking 까지 고려한 모델링 지원
- 비행기 및 미사일 회전 시 각도에 따라 수신 할 수 있는 시뮬레이션 환경 지원
- Spinning 옵션을 통해 유도탄에 대한 환경 모델링 지원
- A-GPS, A-Glonass, A-Galileo 관련된 통신 스탠다드 시나리오를 제공
- RTK 시나리오 제공

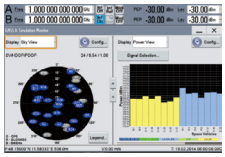
GNSS Solution testing



Entry level / prod. testing



Mid range



High end

WV



Production testing & Basic receiver test

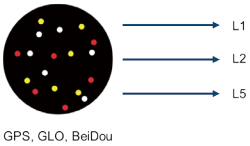


Receiver characterization



Advanced multi frequency GNSS testing

Application



GPS, GLO, BeiDou

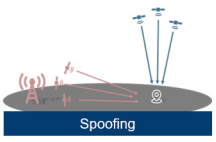
Multi-constellation, multi-frequency



Multi-antenna



Multi-vehicle



Advanced interference

ROHDE&SCHWARZ



[ES-4]

성화테크㈜

성화테크 주식회사

With Xsens

XSENS

SUNGWHA Tech
International Network System
www.sungwhatech.com

Sensor Fusion

XSENS

Gyroscope
Accelerometer
Magnetometer
(RTK-) GNSS
Barometer
Camera

Sensor Fusion

On-Body multi-sensor solutions



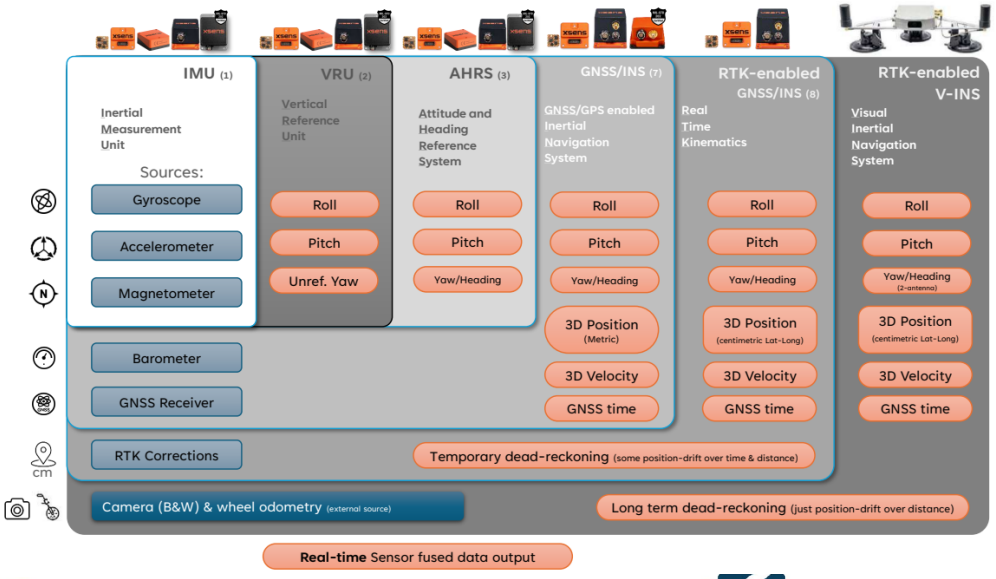
Industrial Sensor Modules



SUNGWHA Tech
International Network System

2

Product Configurations and Combinations

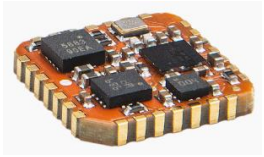


SUNGWHA Tech
International Network System

3

Embedded/External GNSS/INS

* GNSS/INS(Global Navigation Satellite System/inertial navigation system)









Preliminary specs:

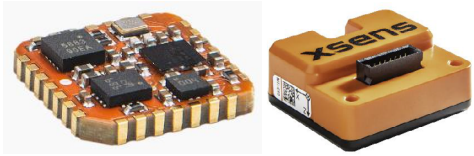
- 0.2° Roll & Pitch
- 8°/h Gyro in-run bias stability
- RS232/RS422/RS485/USB/UART/CAN interfaces
- Rugged IP67 or IP68 housing
- Interface protocol: Xbus, ASCII (NMEA) or CAN
- Sync options: SyncIn, SyncOut, Clock sync
- Mounting orientation: No restriction, full 360º in all axes
- Velocity: 0.5m/s RMS
- SDK (Example code): C++, C#, python, Matlab, Nucleo, & Public source code
- Drivers: LabVIEW, ROS1, ROS2, GO

SUNGWHA Tech
International Network System

4

Embedded/External RTK GNSS/INS

* GNSS/INS with RTK(real-time kinematic receiver)





Preliminary specs:

- 0.2° Roll & Pitch
- 8°/h Gyro in-run bias stability
- cm-level position accuracy
- CAN/RS232/USB interfaces
- Rugged IP68 housing
- Interface protocol: Xbus, ASCII (NMEA) or CAN
- Sync options: SyncIn, SyncOut, Clock sync
- Mounting orientation: No restriction, full 360º in all axes
- Velocity: 0.5m/s RMS
- SDK (Example code): C++, C#, python, Matlab, Nucleo, & Public source code
- Drivers: LabVIEW, ROS1, ROS2, GO
- RTCM input port: RS232 (38k4-921k6 bit/s)

SUNGWHA Tech
International Network System

5

Sirius & Avior Dual Antenna RTK GNSS/INS

* Dual Antenna GNSS/INS with RTK(real-time kinematic receiver)





Preliminary specs:

- 0.2° Roll & Pitch
- 7°/h Gyro in-run bias stability
- cm-level position accuracy
- CAN/CAN-FD/RS232/RS422 interfaces
- Rugged IP68-rated aluminum housing
- Interface protocol: Xbus, ASCII (NMEA) or CAN, CAN-FD
- Sync options: SyncIn, SyncOut, Clock sync
- Mounting orientation: No restriction, full 360º in all axes
- Velocity: 0.03m/s RMS
- SDK (Example code): C++, C#, python, Matlab, & Public source code
- Drivers: LabVIEW, ROS2, GO
- RTCM input port: RS232 (38k4-921k6 bit/s)

SUNGWHA Tech
International Network System

6


xsens
Dual Antenna
Webpages now live
CENTIMETER-LEVEL POSITIONING, TRUE HEADING AND HEAVE
Xsens Avior
Compact OEM navigation with centimeter-level positioning and true heading.
Xsens Sirius
Rugged navigation with centimeter-level positioning and true heading.
XSENS AVIOR
COMPACT OEM INTEGRATION
XSENS SIRIUS
RUGGED, PLUG-AND-PLAY
Can you guess the scale?
SUNGWHA Tech
xsens
Introducing Xsens' newly launched
Dual Antenna
RTK GNSS/INS
– delivering centimeter-level positioning and true heading from startup, even when stationary or moving at low speeds.
The new product will be available in two configurations:
Sirius – for ruggedized, plug-and-play deployment
Avior – for compact OEM integration


Outdoor/Indoor Navigation with RTK GNSS and Vision Sensor
Xsens Vision Navigator
Accuracies, real-time operation, speed from 0km/h to 80km/h:
• Position: 1 cm + 1 ppm (RTK fix)
• Position error in GNSS outages: 2% of travelled distance
0.75% incl. wheel odometry input
• Orientation: <0.4° (Roll/Pitch and Yaw/heading)
• Velocity: 0.1 m/s
• Output rate up to 200 Hz
Features:
• SyncIn, SyncOut (GNSS 1 PPS)
• ASCII (NMEA) messages
• ROS driver
GNSS denied / UNDERGROUND
Position drift-over-distance: 2% of distance travelled, under 100% GNSS denial
SUNGWHA Tech
International Network System
8



[ES-5]

와이즈시스템㈜

와이즈시스템(주)
WISE SYSTEM Co., Ltd

KEYSIGHT

KEYSIGHT PNT GNSS Constellation Simulator

Unparalleled Performance

- Up to **10 SDR cards** – each of them supporting up to 64 independent signals.
- Unrivalled **2000 Hz update rate** (configurable).
- **Ultra-low latency** (2 ms) for HIL applications.
- **High-bandwidth ethernet** interface (up to 10 Gbps).



The right technology for every PNT application

- With a single chassis build with **2RF composite output** and an **optional 10RF individual output** mode, PNT X can meet more application requirements than has ever been possible.
- Modern approach to signal generation – assuring **unrivalled flexibility without sacrificing performance**.
- Flexible software-defined hardware architecture for **infinite scalability**.

WISE SYSTEM Co., Ltd Tel. 070-7010-0440 , email. sales@wisesystem.co.kr , http://wisesystem.co.kr

KEYSIGHT

All-in-one Solution

PNT 환경은 점점 더 복잡해지고 있습니다
- 테스트를 간소화해야 할 때입니다.

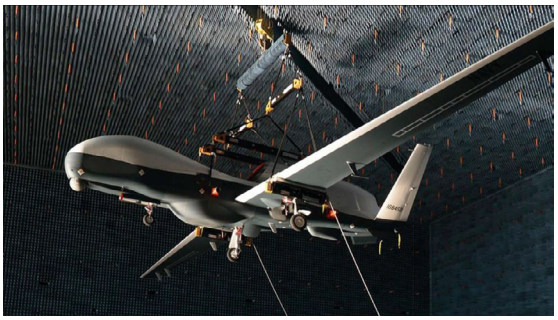
- PNT 어플리케이션의 다양성과 중요도가 높아짐에 따라 **테스트 커버리지와 현실성이** 타협될 수 없습니다.
- 사용되는 신호의 수를 포함하여 PNT 솔루션의 일반적인 복잡성이 빠르게 증가하고 있으며, PNT X는 **간소화된 인터페이스**를 갖춘 **All-in-one PNT 시뮬레이션 시스템**입니다
- PNT X는 올바른 애플리케이션에 적합한 기술을 활용하는 다양한 기술 스택을 기반으로 합니다
- NAVWAR 환경에서 CRPA 시스템을 테스트하든 도시 경관에서 LEO 지원 장치를 테스트하든 PNT X는 가장 충실도가 높은 가장 많은 신호를 **하나의 솔루션**으로 제공합니다.



WISE SYSTEM Co., Ltd Tel. 070-7010-0440 , email. sales@wisesystem.co.kr , http://wisesystem.co.kr

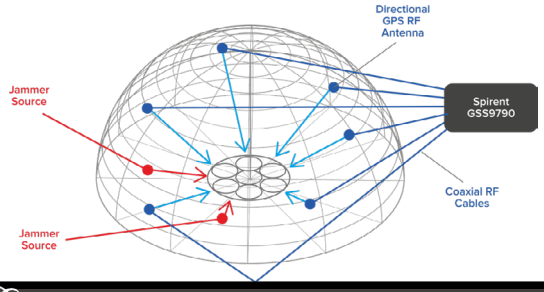
CRPA Test Solution
& Anechoic Chamber

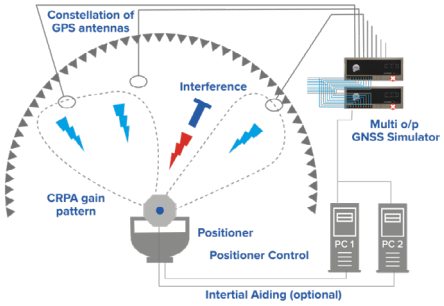
KEYSIGHT





Example of Chamber CRPA Test System





WISE SYSTEM Co., Ltd Tel. 070-7010-0440 , email. sales@wisesystem.co.kr , http://wisesystem.co.kr

New Low-end GNSS Simulator

KEYSIGHT

Introducing PNT Xe



- Production line and end-of-line testing
- The same Spirent trusted simulation technology
- A lower price point, the same trusted results

WISE SYSTEM Co., Ltd Tel. 070-7010-0440 , email. sales@wisesystem.co.kr , http://wisesystem.co.kr

GNSS 안테나 솔루션

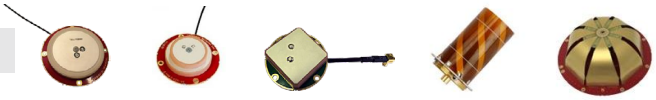
MATTERWAVES Antenna Technology

ANTCOM

CALIAN Confidence. Engineered.

Harxon a BDStar company

- OEM 안테나



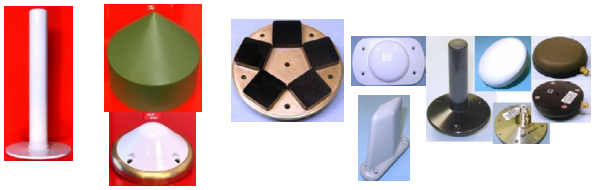
- 정밀 측량 및 Timing 안테나



- UAV 및 차량용 안테나



- Military grade 안테나
  (CRPA, Ruggedized, Corrosion Resistant)



WISE SYSTEM Co., Ltd Tel. 070-7010-0440 , email. sales@wisesystem.co.kr , http://wisesystem.co.kr

INERTIAL/GNSS 항법 시스템

SBG SYSTEMS Inertial Navigation

SBG Systems는 MEMS 기반 모션 감지 솔루션의 세계적인 선도 제조업체로, 주력 제품은 IMU, AHRS, INS 입니다. 이 센서는 무인 차량 제어, 안테나 추적, 카메라 안정화 및 측량 애플리케이션과 같은 산업, 국방 및 연구 프로젝트에 이상적입니다.

Quanta Series

Best-in-Class Inertial Navigation Systems



Quanta Micro



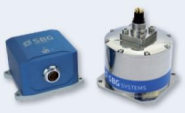
Quanta Plus



Ekinox Micro

High-Performance Compact INS For Mission Critical Applications



EKINOX GRADE	APOGEE GRADE	HORIZON GRADE
		
Economic	Highly Versatile	FOG Technology
Ideal for Shallow Water Applications	Ideal for Challenging Shallow to Deep Water Applications	Large vessels with low Dynamics and Harsh Conditions

WISE SYSTEM Co., Ltd Tel. 070-7010-0440 , email. sales@wisesystem.co.kr , http://wisesystem.co.kr

Septentrio GNSS 수신기 시리즈

Anti-Spoofing기능인, Galileo OSNMA 지원 GNSS 수신기

septentrio





- **Receiver module**

  Septentrio GNSS 수신기 모듈은 최신 GNSS 기술을 통합하여 최소한의 전력 소비로 매우 정확한 위치를 제공합니다. 크기가 작지만, 높은 신뢰성과 뛰어난 정확도 성능을 완벽하게 유지합니다.



- **Receiver OEM Board**

  Septentrio의 OEM 수신기는 작고 가벼운 형태로, 다양한 분야에 정확하고 신뢰할 수 있는 위치를 제공합니다. 또한, 기계 제어에 이상적인 Roll, Pitch, Yaw를 제공하고, 듀얼 안테나 및 INERTIAL/GNSS 기능을 지원합니다



- **GNSS Receiver**

  Housing 수신기는 내부와 외부가 견고하도록 설계되었습니다. 남극의 만년설에서 적도의 난류에 이르기까지 가장 까다로운 환경에서 정확하고 신뢰할 수 있는 Positioning, GNSS 측정 및 Attitude를 제공합니다.

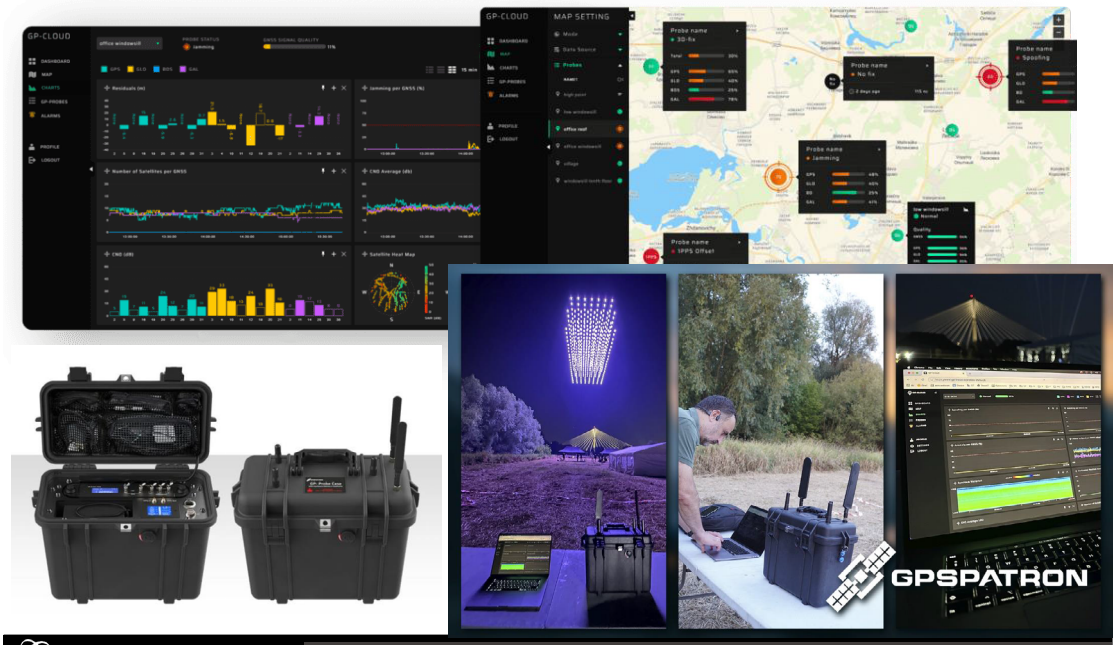
WISE SYSTEM Co., Ltd

Tel. 070-7010-0440 , email. sales@wisesystem.co.kr , http://wisesystem.co.kr

GNSS 사이버보안 플랫폼

Jamming 및 Spoofing 신호 탐지/모니터링 시스템

GPSPATRON



WISE SYSTEM Co., Ltd

Tel. 070-7010-0440 , email. sales@wisesystem.co.kr , http://wisesystem.co.kr



[ES-6]

유블럭스

Who we are

u-blox

is a global leader in **automotive** and **industrial markets,** driving innovation through our cutting-edge positioning and short-range communication products and solutions .

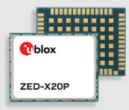


We are the **pioneers behind high-precision GNSS technologies,** providing smart and reliable solutions that enable people, vehicles, and machines to determine their precise position and communicate wirelessly.

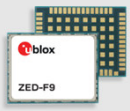
Global impact

With headquarters in Thalwil (Zurich), Switzerland, and offices across Europe, Asia, and the USA, we make a global impact.

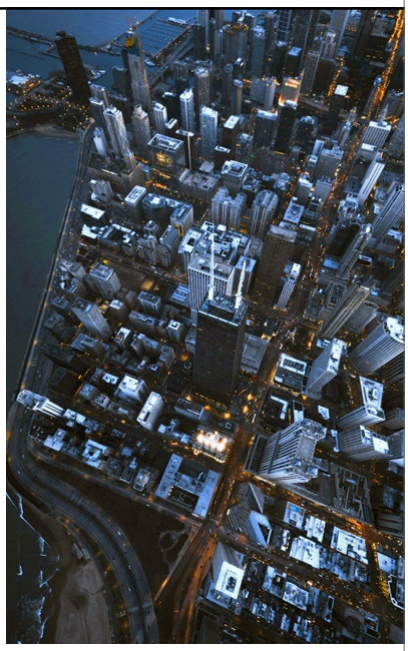
Locate products







Portfolio today	Success factors
Automotive • X20 • F9 • A9 • u-safe	• 20+ years track record in automotive GNSS • All-band GNSS • Automotive proven reliability and quality • Functional safe solutions
Industrial Navigation & Robotics • F9 • X20	• Leader in high precision technology • Fully integrated multi and all-band GNSS
Timing • F9T • F10T	• Nanosecond-level • Accuracy • High security & reliability
Consumer & Industrial tracking • F11 • M10 • F10 • M9	• Affordability • Reliability • Accurate tracking • Low Power



Locate services

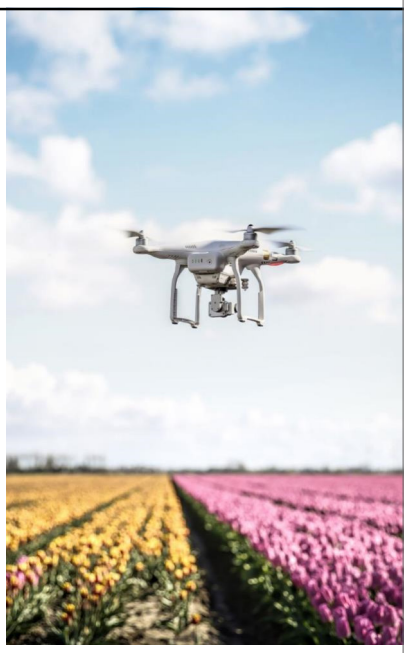
High Precision Positioning
GNSS correction services for cm-level precision that are robust, secure and scalable

Low Power Positioning and Communication
Cloud-based positioning, assisted GNSS and MQTT communication solutions to maximize IoT device performance

Portfolio today	Success factors

• PointPerfect Live
  • Network RTK (OSR)
• PointPerfect Flex
  • PPP-RTK (OSR/SSR)
• PointPerfect Global
  • PPP-AR (SSR)
	• Quick time to revenue
	• Compatible with non u-blox RTK receivers
	• Industry-leading uptime
	• Flexible price plans

• AssistNow • CloudTrack • CloudLocate • MQTT Communication	• Increased performance in constrained IoT environments • Compatible with u-blox standard precision products • Globally Available • Flexible price plans

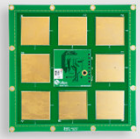


u-blox AG - C1-Public 3

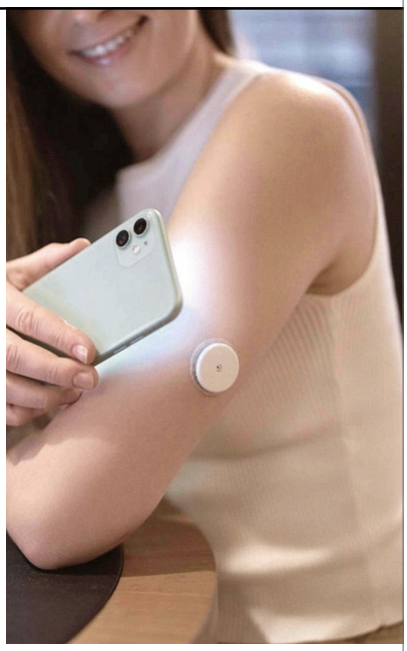
Connect products







Portfolio today	Success factors
Industrial and consumers • Bluetooth • Wi-Fi • Matter • Thread	• Diversified portfolio • Leading chip suppliers • Quality
Automotive and industrial • Wi-Fi 7 • Wi-Fi 6/6E • Bluetooth Classic / LE	• Form factor policy • RF performance • Compact design
Locate • Direction finding • Ranging	• Global certification • Fast time-to-market with u-connect software



u-blox AG - C1-Public 4

ZED-R20P

Assured PNT for mission-critical systems

All-band APNT GNSS for security, defense, critical infrastructure, and unmanned aerial systems

- **NavPRISM** Detects and mitigates jamming and spoofing
- **Authenticated PNT** Galileo OSNMA and hardened security
- **Flexible accuracy** RTK, PPP-RTK, and PPP



ALL-BAND
L1 / L2 / L5 / L6 + L-band

25 Hz
Navigation update rate

17 × 22 mm
Compact ZED form factor

APPLICATIONS

Security and Defense
UAS and critical infrastructure

ublox

5

ZED-X20D

Precise heading, even at standstill

All-band GNSS on both antennas delivers precise orie ntation for autonomous machinery, even at standstill

- **Motion-independent** Heading remains available at standstill and low speed
- **Dual antenna** All-band GNSS processing on both inputs
- **Correction ready** RTK, PPP-RTK, and PPP support



0.1° RMS
Heading accuracy at 1 m baseline

20 Hz
Heading update rate

2 × ALL-BAND
GNSS on both antennas

APPLICATIONS

Autonomous machinery
Agriculture and robotics / UAV

ublox

6

ZED-X20P

All-band high-precision positioning

High-precision GNSS for UAVs, robotics, guidanc e systems, and autonomous control

- **All-band GNSS** GPS, Galileo, BeiDou, QZSS, and NavIC
- **Correction options** RTK, PPP-RTK, PPP, and Galileo HAS
- **High-quality data** Low-noise GNSS raw measurements



0.6 cm + 1 ppm
RTK position accuracy

< 6 cm
PPP-RTK position accuracy

25 Hz
Navigation update rate

CORRECTION TECHNOLOGIES

RTK PPP-RTK PPP HAS

ublox

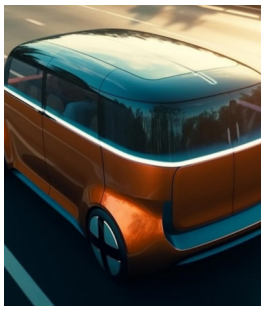
7

GNSS for mobility and low-power devices

Automotive dead reckoning and ultra-low-power dual-band positioning

ZED-X20K

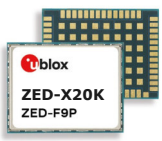
All-band automotive dead reckoning



50 Hz
Parallel navigation outputs

< 1%
Distance traveled without GNSS

Scalabe to ASIL
Scalable design for ASIL applicat ions (ZED-A20K)



UBX-F11

Ultra-low-power L1/L5 GNSS

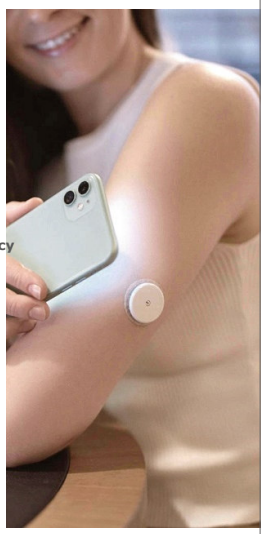
7 mW
Low Energy Accurate Positioning mode

Selective L5
Balances power consumption and accuracy

2.39 × 2.39 mm
Compact WL-CSP package







ublox

8



[ES-7]

인성인터내쇼날㈜

HEXAGON | NovAtel

INSUNG International co., Ltd.

Authorized Hexagon | NovAtel Dealer
인성인터내쇼날㈜ www.insungsys.kr



경기도 용인시 기흥구 기흥로 58, B동 308 ~ 309호 (구갈동, 기흥ICT밸리) / (02) 579-5031 / insung@insungsys.kr

INSUNG International co., Ltd.

INSUNG R&D Products

ISRO Series

ISRO-P2





△ PIM222A

SIZE: 105 X 80 X 24 (mm)
UART(RS232/TTL),USB 지원
GNSS + IMU 솔루션 제공
HORIZONTAL POSITION
ACCURACY(RMS)
SINGLE POINT : 1.2M
RTK : 0.1M
RTK(CEP50)^2 : 1CM + 1PPM

ISRO-75





△ OEM7500

SIZE: 138 X 83 X 29 (mm)
UART,USB,ETHERNET 지원
HORIZONTAL POSITION
ACCURACY(RMS)
SINGLE POINT : 1.2M
RTK : 1CM + 1PPM

ISRO-310K





△ GAJT-310 Federeated

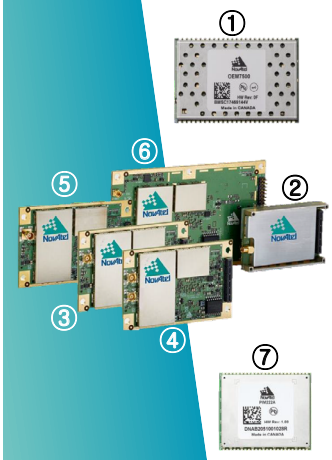
SIZE: 127 X 102 X 71 (mm)
GNSS 수신기+항재밍 안테나 일체형
USB, RS232 지원
HORIZONTAL POSITION
ACCURACY(RMS)
SINGLE POINT : 1.2M
RTK : 1CM + 1PPM

HEXAGON | NovAtel

INSUNG International co., Ltd.

GNSS & GPS Receiver Boards

Setting the industry standard in product quality and customer support, our OEM GNSS receiver cards are easy to integrate and available in multiple hardware and software configurations.



1	**OEM7500**	Compact multi-frequency GNSS receiver delivers robust positioning plus TerraStar, SPAN and GRIT functionality in a solder-down module.
2	**OEM7600**	Compact multi-frequency GNSS receiver delivers robust positioning plus L-band functionality in our smallest form factor.
3	**OEM7700**	Multi-frequency GNSS receiver delivers robust positioning, simplifies integration and offers maximum connectivity in a small package.
4	**OEM7720**	Dual-antenna input, multi-frequency GNSS receiver offers precise positioning plus SPAN functionality for space constrained applications.
5	**OEM719**	Multi-frequency GNSS receiver delivers precise positioning while retaining backwards compatibility with NovAtel's popular OEM615™ and OEM617™ form factors.
6	**OEM729**	Multi-frequency GNSS receiver delivers precise positioning while retaining backwards compatibility with NovAtel's OEM628™ form factor.
7	**PIM222A**	PIM222A provides precise GNSS positioning with automotive-qualified hardware, designed to enable autonomy at scale. The lightweight, power-efficient, solder-down module leverages SPAN technology for on- and off-road applications.

HEXAGON | NovAtel

INSUNG International co., Ltd.

Enclosures

NovAtel's OEM GNSS enclosures house our GNSS receiver boards. Available in a range of form factors, these compact, environmentally protective enclosures provide a variety of connectivity and configuration capabilities.



MarinePak7 Marine GNSS Receiver
The MarinePak7 is a multi-constellation GNSS receiver optimized to deliver precise positioning for the marine environment.



PwrPak7D™
This compact dual antenna enclosure delivers scalable positioning performance with internal storage.



PwrPak7®
This compact enclosure has internal storage and INS options combined with onboard NTRIP v1.0 and v2.0 client and server support.

HEXAGON | NovAtel

INSUNG International co., Ltd.

GNSS Inertial Navigation Systems

Combined Systems

SPAN® GNSS+INS Combined Systems



PwrPak7-E1
The PwrPak7-E1 is a compact OEM7™ enclosure that delivers NovAtel's leading SPAN® GNSS+INS technology.



PwrPak7D-E1™
A compact dual antenna enclosure that delivers NovAtel's leading SPAN® GNSS+INS technology.

PwrPak7-E2
The PwrPak7-E2 is an advanced OEM receiver that provides an all-constellation, multi-frequency positioning solution.

PwrPak7D-E2
The PwrPak7D-E2 is an advanced OEM7® dual antenna SPAN® GNSS+INS enclosure that provides improved performance and higher data rate.



Dual-antenna CPT7 enclosure with GNSS+INS technology
The CPT7 is an ultra-compact, light-weight, dual-antenna enclosure with SPAN technology that delivers 3D position, heading, velocity and attitude.



Single-antenna CPT7700 enclosure with GNSS+INS technology
The CPT7700 is an ultra-compact, light-weight, single-antenna enclosure with SPAN GNSS+INS technology delivering 3D positioning, velocity and attitude.

HEXAGON | NovAtel

INSUNG International co., Ltd.

GPS & GNSS Antennas

GNSS VEXXIS® Series Antennas
High Precision GPS & GNSS Antennas
Compact & Small GNSS Antennas



VEXXIS® GNSS-800 Series Antennas
The VEXXIS GNSS-800 series offers cutting edge technology with superior tracking performance.



VEXXIS® GNSS-500 Series Antennas
The VEXXIS GNSS-500 series antennas include a dual and multi-frequency antenna that receives GPS, GLONASS, GALILEO and BeiDou signals with L-Band support.



3GNSSA-XT-1
Multi-constellation, multi-frequency active antenna.



42GNSSA-XT-1
Multi-constellation, multi-frequency active antenna in an ARINC 743 form factor.



High Precision GPS & GNSS Antennas
Performance of a choke ring antenna without the size and weight. Features high phase center stability and low phase center offset.

HEXAGON | NovAtel

INSUNG International co., Ltd.

Anti-jam Antenna Systems (GAJT)

GRIT - GNSS Resilience and Integrity Technology



GAJT-710ML anti-jam antenna
GAJT-710ML provides enhanced GNSS tracking, anti-jam performance and direction-finding capabilities for situational awareness.

*NEW

GAJT-AE3 Anti-jam antenna electronics
Multi-Constellation, multi-Frequency GNSS Anti-Jam Technology (GAJT®) Antenna electronics for up to 8 antenna elements.





GAJT-410ML anti-jam antenna
Low size, weight and power (SWaP) GPS Anti-Jam Technology (GAJT®) for space-constrained military land applications, networks and timing infrastructure.

GAJT-310 anti-jam antenna
Low size, weight and power (SWaP) GPS Anti-Jam Technology (GAJT®) for land and air vehicles, marine vessels, dismounted, positioning networks and timing infrastructure.





Anti-jam GRIT Firmware Systems (RoDAR)
* Available through a firmware upgrade on any dual-antenna OEM7 receiver card
* Available for commercial applications
* It is not subject to ITAR or Canada Controlled Goods regulation.

◁ Configuration RoDAR – PwrPak7D With 2 Antennas

ANYWAVES

INSUNG International co., Ltd.

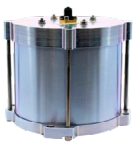
Space Antenna Makers



Compact S-Band TT&C Antenna

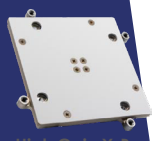


S-Band TT&C Antenna



Test Cap for S-Band TT&C Antennas

TT&C Antennas
Anywaves S-Band TT&C antennas are used in the subsystem that provides the telemetry, tracking & command links between the satellite and the ground station.



High Gain X-Band Payload Telemetry Antenna



X-Band Dual-Circularly-Polarized Antenna



X-Band Payload Telemetry Antenna



Test Cap for X-Band Antennas

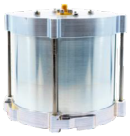
Data Downlink Antennas
Anywaves X-Band antennas are designed for data downlink and payload telemetry in space missions.



GNSS L1/E1 Bands Antenna



GNSS All-Bands Antenna



Test Cap for GNSS All-Bands Antennas



Ceramic 3D Printed GNSS L1/E1 Bands Antenna

Navigation Antennas
Anywaves GNSS antennas are essential for accurate positioning and timing in space missions.



[ES-8]

㈜누비콤

NUBICOM

COMPANY / 2026

항법 연구의 기반, 정밀 계측에서 시작합니다



PNT(위치·항법·시각) · 항공우주·방산 연구를 위한 계측 솔루션
계측기 공급부터 렌탈·수리·교정까지 함께합니다

끝까지 책임지는 기업, 누비콤

누비콤은 2003년 설립 이후 전자계측기와 IT 솔루션 분야에서 제품 공급과 기술 서비스를 제공해 왔습니다. 글로벌 제조사와의 파트너십, 국내외 네트워크, 장비 운용 경험을 바탕으로 고객의 연구개발·시험·생산 환경에 필요한 솔루션을 제안합니다.

2003
설립연도

110명
임직원

500억 원대
그룹 매출액

전자계측기 8,000대 · IT 제품 2,000대 운용
해외 3개 거점과 함께하는 글로벌 비즈니스

그룹 매출액: 2025년 기준

www.nubicom.co.kr

070-7872-0701

NUBICOM

T&M / SOLUTIONS

T&M
주요 솔루션

PNT, RF 테스트, 데이터 수집과 제어를 아우르는 주요 솔루션

VIAVI Solutions

PNT · GNSS



SecurePNT EdgeGM 7000은 다중 소스 기반 시각동기를 지원합니다. CLAW GPS Simulator는 GPS/GNSS 신호와 GNSS 재밍·GPS 스푸핑 시나리오를 시뮬레이션하여 PNT 연구·시험을 지원합니다. 항공전자·육상 이동통신 및 PCIe·광학 테스트 솔루션을 공급하며, 항공우주·방산, 5G/6G 네트워크와 데이터센터 분야에 대응합니다.

NI(National Instruments)

데이터 수집 · PXI

NI 전국 공식 총판대리점으로 데이터 수집·제어, 무선 설계·테스트, 반도체 테스트, 자동차 전장 시험, PXI 시스템과 전자계측용 소프트웨어를 제공합니다.

Rohde & Schwarz

RF 신호 발생 · 분석

스펙트럼 분석기, 신호발생기, 네트워크 분석기 등 RF 테스트 솔루션을 공급합니다. 5G RF 부품, 기지국·중계기 및 연구개발·생산 현장의 측정을 지원합니다.

IntelliPower

방산 · 산업용 전원

Rugged UPS, Power Conditioner, 주파수·전압 변환기, PDU와 배터리 모듈을 공급합니다. 방산·군수, 산업용, 지능형 교통 및 마이크로그리드 분야에 대응합니다.

연구 인프라를 함께 고려하는 IT 솔루션

서버·스토리지·네트워크, 보안 및 데이터 소거 솔루션을 공급합니다.

www.nubicom.co.kr

070-7872-0701

NUBICOM

T&M / SERVICES

장비의 도입부터 유지관리까지

신품·리퍼비시·렌탈과 수리·교정을 연결하는 장비 운용 서비스

도입
신품 · 리퍼비시

활용
렌탈 · 유지보수

관리
수리 · 교정

필요한 장비를 유연하게 운용

네트워크 분석기, 스펙트럼·신호 분석기, 신호발생기, 오실로스코프 등 다양한 전자계측기를 렌탈 및 리마케팅으로 제공합니다. 장비·옵션·기간에 맞춘 렌탈 문의부터 견적, 장비 준비와 배송까지 지원합니다.

수리와 교정을 연결하는 기술 서비스

5~25년 경력의 전문 인력 8명이 계측기 진단과 수리를 수행하며, 제조사 지원이 종료된 장비(EOS)를 주요 대상으로 합니다. 한국·일본·중국·베트남에 수리 서비스를 제공하고, 수리 후 교정과 배송을 연계합니다.

MICRO PRECISION KOREA

측정의 신뢰도를 뒷받침하는 교정

미국 Micro Precision과의 합작법인을 통해 교정 서비스를 제공합니다. ANAB 인정(ISO/IEC 17025:2017)을 바탕으로 일반 전기전자 분야 최대 50 GHz 및 광파장·열역학·질량·힘·압력·길이 분야를 안내합니다.

※ 장비별 교정 가능 범위와 인정 범위는 상담 시 확인 바랍니다.

www.nubicom.co.kr

070-7872-0701

NUBICOM

GLOBAL / CONTACT

가까이에서 지원하고,
세계로 연결합니다

국내 기술 지원과 해외 네트워크를 잇는 누비콤의 고객 지원 체계

한국 **미국 · 일본 · 베트남**

서울 본사 · 부산 사무소 · 대전 사무소
해외 법인 네트워크를 통한 글로벌 제품 소싱과 고객 지원

기술을 공유하는 고객 지원

기술 세미나와 웨비나, 찾아가는 교육,
SDR·LabVIEW·DAQ 실습 교육 등을 통해 제품 이해와 활용을 돕습니다. RF·마이크로파·안테나 측정 및 항공우주전자 분야의 학술행사에도 참여하며 고객과 접점을 넓혀가고 있습니다.

고객과 함께 오래가는 기업

정직, 고객행복, 실천, 세계화, 신바람을 핵심가치로 삼습니다. 차별화된 서비스와 품질, 협력사와의 상생을 바탕으로 고객이 필요로 하는 기술과 서비스를 지속적으로 제공하겠습니다.

제품 · 렌탈 · 수리 · 교정 문의

070-7872-0701

sales@nubicom.co.kr

서울특별시 영등포구 경인로 775
에이스하이테크시티 3동 2층

www.nubicom.co.kr 070-7872-0701



[ES-9]

㈜마이크로인피니티

㈜마이크로인피니티 회사 소개

㈜마이크로인피니티는 다양한 무기체계에서 검증된 **세계적 수준의 PNT 기술 기반의 항법/데이터링크 전문기업**으로 K-방산의 수출 확대, 무인 무기체계의 진화, 新우주시대의 도래, 모빌리티의 혁신적인 변화에 대응하여 신뢰성과 가용성을 보장하는 **Resilient PNT-C 솔루션 및 제품**을 공급하는 **기술중심의 강소기업** 입니다!

MICROINFINITY

주요 역량

세계 수준의 PNT기술 보유(MEMS/INS/GNSS/AJ-GNSS)
MEMS FAB, 3축 모션시뮬레이터 등 시험평가 및 개발장비 구축
서울대, 충남대 등 4곳의 산학연계 체제
해궁용 관성항법장치 등 다수의 군수개발사업 수행

특허 및 수상경력

Patent 등 록: 43건 (해외 16건 포함)
출 원: 5건 (해외 1건 포함)

Awards 2013 지능형로봇대상 산업부장관상 외 다수

주요협력사

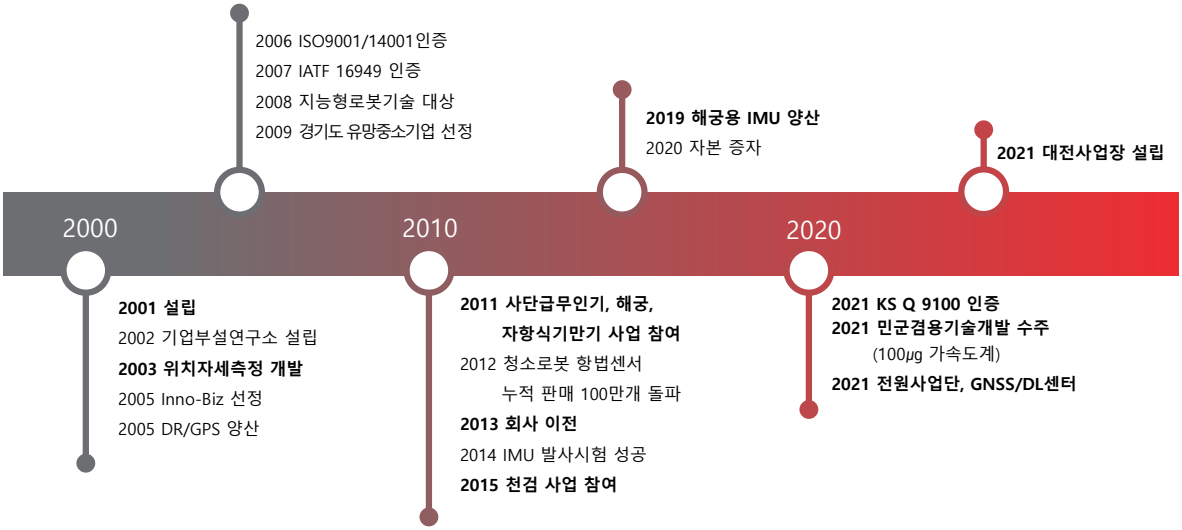
Microinfinity reserves all rights in the event of industrial property rights. We reserve all rights of disposal such as copying and passing on to third parties.

Resilient PNT-C 솔루션을 위한 핵심기술

MEMS 관성센서 기술	• 자이로, 가속도계, IMU • **센서**에서 **시스템**까지
다중모드 위성항법 수신기 기술	• GPS L1/L2/L5, Galileo E1/E5, GLONASS G1/G2, BDS B1/B2 • **칩셋**에서 **시스템**까지
항재밍/항기만 기술	• 적응형 필터링, STAP/SFAP 기반의 배열안테나 • 추적루프 제어, 센서융합
통합항법 기술	• GNSS/INS, AJ-GNSS/INS, GNSS/INS/VMS/Lidar/Radar
고속/광대역/보안 통신 기술	• 대역확산통신: 주파수도약, Direct Sequence, Hybrid • 고속 및 광대역 모뎀

Microinfinity reserves all rights in the event of industrial property rights. We reserve all rights of disposal such as copying and passing on to third parties.

회사 연혁



Microinfinity reserves all rights in the event of industrial property rights. We reserve all rights of disposal such as copying and passing on to third parties. 3

주요 제품 개발 실적(1/2)



Microinfinity reserves all rights in the event of industrial property rights. We reserve all rights of disposal such as copying and passing on to third parties. 4

주요 제품 개발 실적(2/2)



Microinfinity reserves all rights in the event of industrial property rights. We reserve all rights of disposal such as copying and passing on to third parties.

사업 설비 – MEMS 공정설비

Silicon wafer로부터 Chip, Chip에서 MEMS IMU 및 항법시스템 제작으로 진행되는 모든 설비를 갖추고 있습니다



MEMS 공정 장비

6 inch FAB full line	
SOI, SOG wafer	Bonder, Furnace
Photograph etching	Stepper, Track, Aligner
Si etching	P5000, DRIE
Die Packaging	Dispenser, Flip Chip Bonder, Wire Bonder
WLP	Wafer Aligner, Wafer Bonder
Ceramic packaging	Vacuum Seam Welder
Electrode formation	Evaporator

Microinfinity reserves all rights in the event of industrial property rights. We reserve all rights of disposal such as copying and passing on to third parties.

사업 설비 – 검증/교정 장비

성능 검증 및 교정에 필요한 자체 장비 보유로 효율적 개발 • 생산이 가능합니다.

하드웨어


3-axis Flight Motion Simulator


1-axis Rate Table


Linear Vibrator


Angular Vibrator

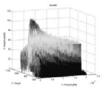

Temperature, Thermal Shock, RF, Acoustic Noise Chamber

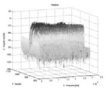

GNSS Test Simulator

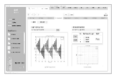

Test Van with Reference Navigation System

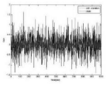

General Instruments

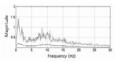
소프트웨어


Mechanical Vibration


Noise Analysis


Quality Management System


Nosie Measurement


Spectrum Analysis


Management System for Manufacture

알고리즘

Identify error factors

- Bias, scale factor errors
- Errors with temperature
- Misalignment errors



Identify environmental factors

- ESS
- G-Sensitivity, Acoustic noise
- Environments (Temperature, Vibration, Etc)

Microinfinity reserves all rights in the event of industrial property rights. We reserve all rights of disposal such as copying and passing on to third parties.

사업설비 – PBA 제조설비

우주•항공 및 각종 무기체계의 운영환경에 적합한 PBA 조립/검사 설비 및 인력을 보유하고 있습니다.

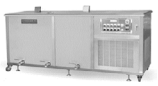
SMT	IMT	Coating / Bonding	Assembly / Test	Environment Test
▪ Clean Room	▪ Manual Soldering	▪ Coating	▪ Assembly	▪ ESS Chamber
				
▪ Clean Room	▪ Selective Soldering	▪ Bonding	▪ Test	▪ Temp. Chamber
				


Screen Printer


Solder Inspection


Chip Mounter


Reflow


PCB Wash/Rinse


PCB Zero Ion Test


3D X-Ray


Selective Solder

Microinfinity reserves all rights in the event of industrial property rights. We reserve all rights of disposal such as copying and passing on to third parties.



[ES-10]

㈜문화방송

㈜문화방송

방송 인프라로 만드는 차로 단위 교통정보

지상파 방송망 · 실시간 교통정보 · cm급 정밀측위를 직접 운영해 온 MBC가 AI로 도로를 차로 단위까지 읽어냅니다.

BROADCASTER

MBC

- 1961년 개국 지상파 방송사
- 2007년 국내 최초 TPEG 교통정보 방송
- 전국 55만 KS링크 실시간 송출
- 공개 CCTV 1만 대 AI 분석(CAOS)

EXHIBIT · 2026

LaneAI

- AI 기반 차로 단위 실시간 교통정보 플랫폼
- CCTV · 택시 블랙박스 · 버스 센서 3종 영상 수집
- 차로별 속도와 노면 위험요소 산출
- 지상파 방송망 + IP 이중 배포

CORE TECHNOLOGY

MBC RTK

- 방송망 기반 cm급 정밀측위 서비스
- 2017년 세계 최초 상용화
- 전국 100개 GNSS 기준국 운영
- LaneAI 노면 위험요소의 차로 위치 특정

LaneAI · AI 기반 차로 단위 실시간 교통정보 플랫폼

도로 단위에서 차로 단위로

LaneAI



같은 도로라도 1차로와 3차로의 사정은 다릅니다. 기존 내비게이션은 도로 전체를 하나의 색으로 보여주지만, LaneAI는 차로마다 통행 속도와 위험요소를 따로 산출해 어느 차선이 비어 있고 어느 차선이 위험한지 알려줍니다.

MBC가 이미 운영 중인 세 인프라

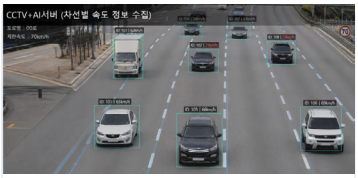
100개	MBC RTK	전국 GNSS 기준국 · 방송망 기반 cm급 정밀측위
55만	MBC TPEG	KS링크 실시간 교통정보 송출 (2007년 국내 최초)
1만 대	MBC AI (CAOS)	9개 기관 공개 CCTV 통합 수집 · AI 영상분석

LaneAI 차로 단위 교통정보 플랫폼

LaneAI 2026 IPNT Conference 2 MBC

LaneAI · AI 기반 차로 단위 실시간 교통정보 플랫폼

AI 영상 추론 및 고정밀 측위 기술의 결합

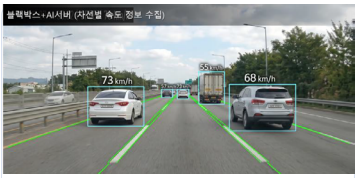


수집 01

도로 CCTV

고정 관측 · 24시간 연속

- 9개 공공기관 공개 CCTV 약 1만 대
- 신규 설치 없이 기존 인프라 연계
- 간선도로 차로별 속도·돌발 상황

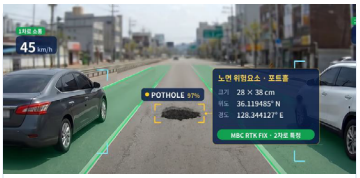


수집 02

택시 AI 블랙박스

이동 관측 · 사각지대 보완

- 비전 AI 탑재 커넥티드 블랙박스
- CCTV가 없는 이면도로·생활도로 수집
- 이벤트·원격 요청 이중 캡처



수집 03

시내버스 AI정밀도로센서

정기 노선 · 반복 정밀 스캔

- 정규 노선을 매일 반복 주행
- 포트홀·균열·낙하물 자동 탐지
- MBC RTK로 위험요소 차로 위치 기록

→ 세 수집원의 영상은 **차로 단위 AI 추론 엔진**에서 시·공간 동기화와 중복 제거를 거쳐 하나의 차로 단위 교통정보로 융합됩니다.

LaneAI 2026 IPNT Conference 3 MBC

LaneAI · AI 기반 차로 단위 실시간 교통정보 플랫폼

수집부터 표출까지 5단계 파이프라인

01 데이터 수집	02 AI 영상분석	03 정보 가공	04 배포·송출	05 소비·표출
도로 CCTV	차선 인식·차량 매칭	3종 데이터 시·공간 융합	지상파 방송망 전국 송출	차로 구분 내비게이션
택시 AI 블랙박스	차로별 속도 산출	**노면 위험요소에 MBC RTK cm급 좌표 결합**	IP · REST API 스트리밍	도로관리 대시보드
버스 AI정밀도로센서	위험·돌발 상황 탐지	TPEG 차로 단위 확장 인코딩	차로별 변화분만 전송	OEM · 자율주행 API

차로 단위 AI 추론 엔진
객체탐지 모델과 자체 스코어링 알고리즘을 결합해 차선 인식부터 차로별 속도 산출, 노이즈 필터링까지 처리합니다.

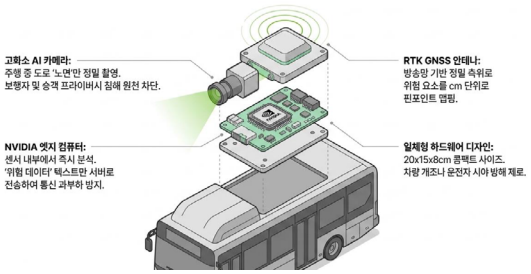
노면 위험요소 정밀측위
포트홀·낙하물 같은 노면 위험요소는 MBC RTK cm급 측위로 어느 차로에 있는지까지 좌표로 기록합니다.

방송망 + IP 이중 배포
별도 통신비 없이 수신되는 지상파 방송망과 IP 채널로 동시에 보내 통신 음영 구간에서도 끊기지 않습니다.

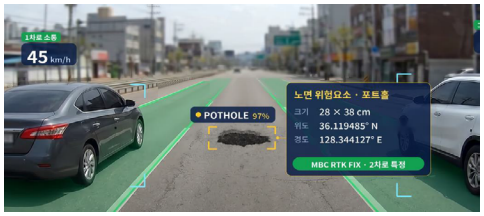
LaneAI 2026 IPNT Conference 4 MBC

LaneAI · AI 기반 차로 단위 실시간 교통정보 플랫폼

AI정밀도로센서



구성	AI 비전 카메라 + RTK GNSS + IMU + 엣지 컴퓨터 일체형
장착	차량 개조 없이 시내버스에 장착, 운전자 시야 방해 없음
처리	센서 내부에서 추론 후 결과 데이터만 전송
측위	노면 위험요소를 MBC RTK 좌표로 차로 단위까지 기록



실주행 탐지 화면 — 차로별 속도와 포트홀 위치를 동시에 산출

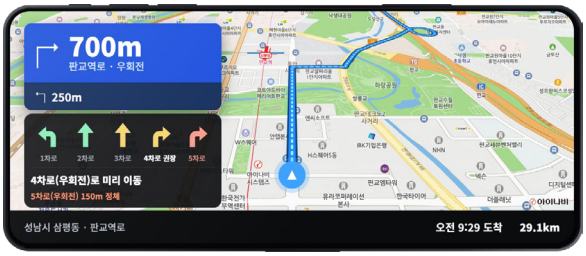
정기 노선 반복 스캔
시내버스가 매일 같은 노선을 달리며 도로 상태를 상시 점검

사후 신고에서 사전 예방으로
포트홀 대응이 시민 신고를 기다리지 않고 조기 발견으로 바뀜

통신량 최소화
영상 대신 위험 판정 결과만 서버로 업로드

LaneAI · AI 기반 차로 단위 실시간 교통정보 플랫폼

LaneAI 서비스와 활용



차로별 실시간 속도
같은 도로의 차로별 통행 속도 분리 산출

노면 위험요소 탐지
포트홀·균열·낙하물·돌발 상황 자동 판별

방송망 + IP 이중 배포
통신 음영 구간에서도 끊김 없는 전달

차로 구분 길안내
혼잡 차로 회피·차선 변경 권장 표출

서비스 모델

B2G 노면 위험정보 구독
차로·좌표 단위로 탐지한 포트홀·균열·낙하물 정보를 지도 화면과 기관 연계 인터페이스로 정기 제공

B2G 차로별 소통정보 연계 API
차로별 실시간 속도·혼잡도를 교통신호·VMS·LCS 등 기관 제어 시스템에 데이터 피드로 연계

B2B 차로 단위 교통정보 API
내비게이션·완성차·자율주행 사업자에 차로별 속도·돌발·위험요소 통합 피드 제공 (API 또는 방송망 수신)

기대효과 불필요한 차로 변경·급정거 감소, 포트홀 조기 보수, 긴급차량 출동 경로의 차로별 정체 회피

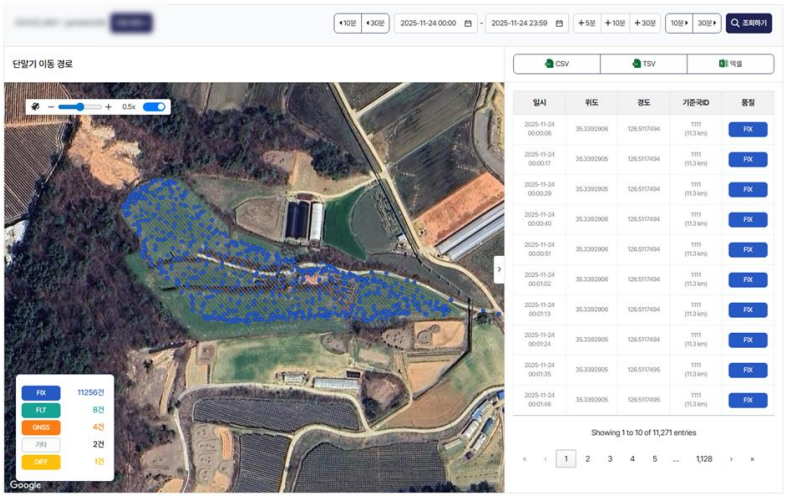
MBC RTK · Product

MBC RTK 제품

항목	제품	통신	RTK	제공 가격	관제서비스	니즈
NTRIP 서비스	ID/PW 계정	–	–	서비스 요금	기본 제공	휴대폰 테더링 사용 경우 등
LTE + NTRIP 서비스	USIM 형태 제공 	Telenor	–	서비스 + 통신요금		LTE 라우터 설치 경우
LTE + RTK 라우터	MRD-1000v2 	LGU+, Telenor	–	서비스 + 통신요금 + 기기가격		LTE 라우터 미설치 경우
LTE + RTK 일체형 수신기	MRP-2000v2 	LGU+, Telenor	Ublox F9P	서비스 + 통신요금 + 기기가격		LTE 및 RTK 기능 미설치 경우

MBC RTK · Solution

MBC RTK 실시간 모니터링





[ES-11]

㈜씨너렉스

SYNEREX

GNSS RTK / GNSS/INS |
초저지연 영상 송수신 장치

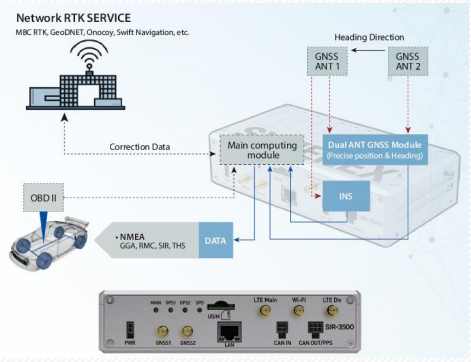


SYNEREX

GNSS/INS 수신기(SIR-3500)

GPS 음역지역 대응이 가능한 다중센서 퓨전기반 GNSS/INS 보급형 항법 장치

- -GNSS/INS 국산 제품(한국:MBC, 해외:선택 가능)
- -다양한 입/출력 인터페이스
- -듀얼안테나(헤딩) 지원
- -자체 알고리즘으로 개발한 DR(Dead Reckoning) 기술 적용





Hand-Held용 **RTK GPS 수신기**(SynRTK)

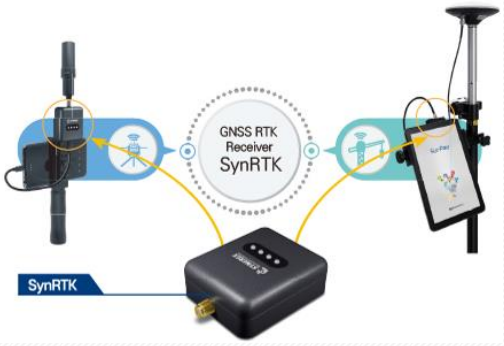
SYNEREX

측량/측설용 Hand-Held용 장치

- 소형/모바일 연동 GNSS RTK 동글 장치(저가형/보급형)
- 3rd Party Software 연동위한 Android App 제공
- 지하시설물 관리(가스, 전기, 맨홀 등) Android App 지원

Android 기기 연동
측량/측설 장치



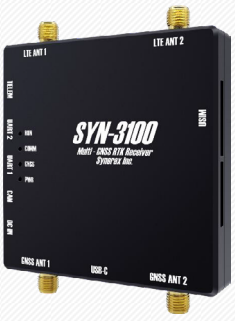


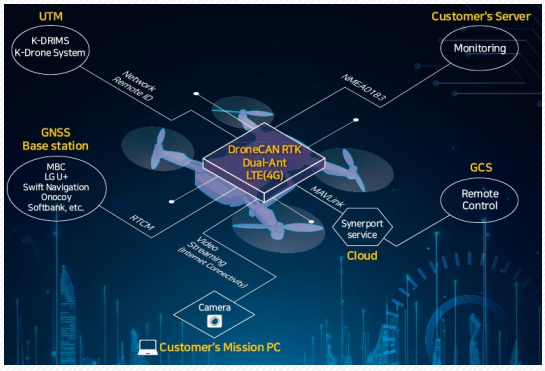
듀얼 **GNSS RTK 수신기**(Syn-3100)

SYNEREX

드론용 듀얼 안테나 GNSS RTK 수신기

- Pixhawk기반 PX4/Ardupilot 호환
- 듀얼 안테나 지원, DroneCAN 지원, Network Remote ID지원
- 비디오 스트리밍 지원(인터넷)
- Mavlink Relay 기능 지원
- 글로벌 USIM 및 Network RTK 사업자 지원





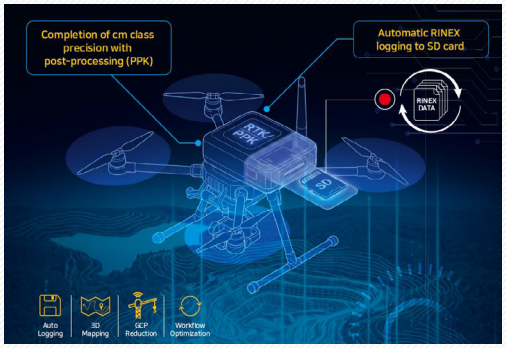
듀얼 GNSS PPK지원 수신기(Syn-3200)

SYNEREX

듀얼 안테나 GNSS PPK 지원 수신기

- Pixhawk기반 PX4/Ardupilot 호환
- 듀얼 안테나 지원, DroneCAN 지원, Network Remote ID지원
- 비디오 스트리밍 지원(인터넷)
- Mavlink Relay 기능 지원
- PPK 지원



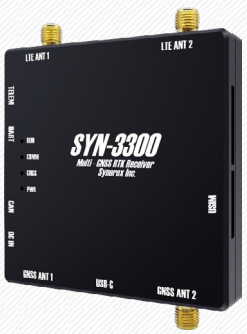


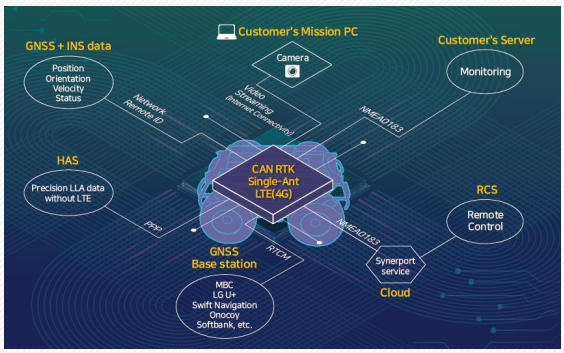
싱글 GNSS RTK/INS 수신기(Syn-3300)

SYNEREX

싱글 안테나 GNSS RTK/INS 수신기

- Pixhawk기반 PX4/Ardupilot 호환
- 싱글 안테나 지원, DroneCAN 지원, Network Remote ID지원
- 비디오 스트리밍 지원(인터넷)
- Mavlink Relay 기능 지원
- HAS 지원(Galileo 위성 직접 수신)





StarLink 지원 듀얼 GNSS RTK 수신기(SynLink)

SYNEREX

듀얼 안테나 GNSS RTK 수신기(For 스타링크)

- Pixhwak기반 PX4/Ardupilot 호환
- 싱글 안테나 지원, DroneCAN 지원, Network Remote ID지원
- 비디오 스트리밍 지원(인터넷)
- Mavlink Relay 기능 지원
- Ethernet 지원



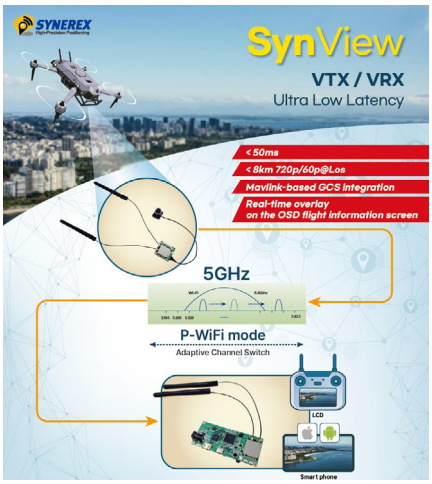




SynView(FPV 드론용 VTX/VRX)

SYNEREX

- 카메라 부터 디스플레이까지(G-to-G) <50ms 지연 시간 제공
- 720p/60p@LOS 기반 8km 안정적인 전송거리
- Mavlink Relay, SBUS 지원
- 5Ghz대역 P-WiFi 지원, Adaptive Channel Switch 지원





[ES-12]

㈜아센코리아

ASCEN
Trimble Partner

GNSS · RTK · INS · UWB

OnGreen
Trimble Reseller



SPECIALIZED FOR LBS TECH

위성에서 현장까지,
밀리미터를 잇습니다

20년간 오직 정밀 GNSS. 수신기·안테나·RTK 알고리즘·관제 소프트웨어를
직접 설계·생산하는 대한민국 위성항법 전문기업, ㈜아센코리아입니다.

20년	6mm	30+
정밀 GNSS 한 길	초정밀 측위 정확도	위성기반 프로젝트

㈜아센코리아 ASCENKOREA, TECHNOLOGY INC.
www.ascenkorea.com · sales@ascen.co.kr · 1544- 3818

온그린 OnGreen
https://www.ongreen.io · Contact@ongreen.io

PRODUCTS

모듈·보드부터 Full Set까지

용도와 정밀도에 맞춰 선택할 수 있는 GNSS 제품 라인업

ASCEN



FLAGSHIP

AKT500

Trimble RTX 기반 5cm급 + IMU 융합 측위

- LTE 네트워크 기반 5cm 이내 정확도 (Open Sky)
- IMU 결합으로 신호 사각지대에서도 연속 위치 데이터
- 내장/외장 LTE 라우터로 다양한 통신 환경 대응

ANTI-JAMMING

국방용 항재밍 항법장비



RTK GNSS

정밀 위성항법 장비



OEM MODULE

고정밀 위성항법 모듈



NAVY SUPPLY | 해군 함정 납품 실적

장보고-III Batch-II GNSS 수신기·안테나 신호분배기 납품, 군수지원함 항재밍 GNSS 사업 수주

㈜아센코리아 · ASCENKOREA 04

COMPANY

20년차 정밀 GNSS 제조사

GNSS 수신기·안테나·RTK 엔진·관제 SW를 한 회사에서 설계합니다

㈜아센코리아는 GNSS 모듈·보드부터 안테나, 고정밀 RTK Full Set, 관제 소프트웨어까지 측위 시스템의 전 계층을 직접 개발하는 기업입니다. 방산·공공 인프라·모빌리티 현장에서 검증된 mm급 측위 기술로, 고객의 요구에 맞춘 커스터마이징 개발을 제공합니다.

20년 정밀 GNSS 기술 개발	30+ 위성기반 GNSS 프로젝트	6mm 초정밀 위치 오차
8건+ GNSS 핵심기술 특허	1,200대+ 국토부 사면 모니터링 공급	500대+ 자율주행 트랙터 항법장비

인증 · 수상

2023	중기부 우수연구기술 50선 · 산자부 기술사업화 장관표창
2020	조달청 혁신제품 인증 — 정밀 GNSS 수신기
2019	대한민국 위치기반 서비스 공모전 최우수상
2018	조달청 혁신제품 인증 — GNSS 수신기
2013	산업자원부·중소기업청 기술사업화 장관 표창
2011	기업부설연구소 인증 (산업기술진흥협회)

직접생산확인 기업 · 기업부설연구소 보유 · 한화오션 품질인증(Quality Certificate) 획득

㈜아센코리아 · ASCENKOREA 02

PARTNERSHIP

ASCEN

최고의 기술 파트너와 함께합니다

글로벌 GNSS 선도기업과 국내 주요 수요처와 함께 최신 측위 기술을 현장에 적용합니다

Trimble OEM · 공동개발	Applanix INS 융합	한화 고정밀 INS · 정밀측위
삼성 정밀측위 · 실시간 모니터링	KT 정밀측위 서비스	공공 · 국방 항재밍 · 군용신호

위성항법의 다음 20년,
아센코리아가 함께하겠습니다

정밀측위가 필요한 모든 현장, 요구에 맞춘 커스터마이징 개발부터 양산·현장 지원까지
하나의 창구에서 해결해 드립니다. 언제든 문의 주십시오.

ADDRESS	서울특별시 금천구 가산디지털1로 2 우림라이온스밸리2차905호	TEL	1544-3818
		FAX	02-6499-2940
WEB	www.ascenkorea.com	E-MAIL	sales@ascen.co.kr

ASCEN

ASCENKOREA, TECHNOLOGY INC.



[ES-13]

㈜울트로닉스

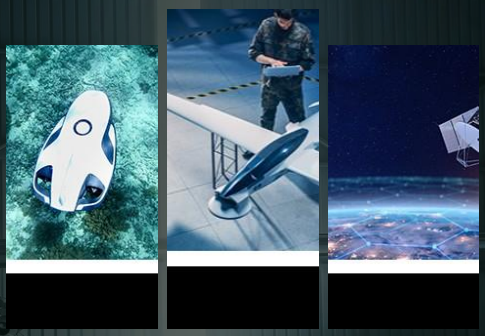
ULTRONICS

HIGH-PERFORMANCE INERTIAL SENSOR DISTRIBUTOR

회사 소개

Company Introduction

무인이동체 · 로봇 · 방위 무기체계 · 자율주행에 탑재되는
고성능 관성센서의 국내 공급 파트너



MARINE / UNMANNED / SPACE

㈜울트로닉스 · ULTRONICS CO., LTD. · sales@ultronics.co.kr

INDUSTRY 01

Aerospace 항공 · 우주

ULTRONICS



Aerospace

항속 거리 전 구간에서 흔들림 없는 자세 · 위치 기준

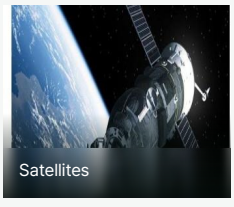
APPLICATION



UAVs



VTOLs



Satellites

SOLUTIONS



MEMS GNSS/INS



DFOG GNSS/INS



AIR DATA UNIT

05

INDUSTRY 02

Autonomous Systems 자율주행 · 무인이동체

ULTRONICS



Autonomous Systems

터널 · 도심 협곡에서도 끊기지 않는 측위

APPLICATION



UAV



UGV



Autonomous Truck

SOLUTIONS



MEMS GNSS/INS



DFOG GNSS/INS



FOG GNSS/INS

06

INDUSTRY 03

Defense 방위 산업

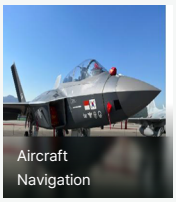
ULTRONICS



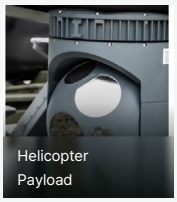
Defense

재밍 환경에서도 유지되는 항법 · 조준 기준

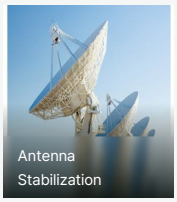
APPLICATION



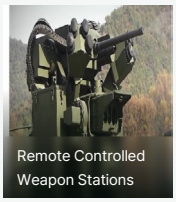
Aircraft Navigation



Helicopter Payload



Antenna Stabilization



Remote Controlled Weapon Stations

SOLUTIONS



MEMS GNSS/INS



DFOG GNSS/INS



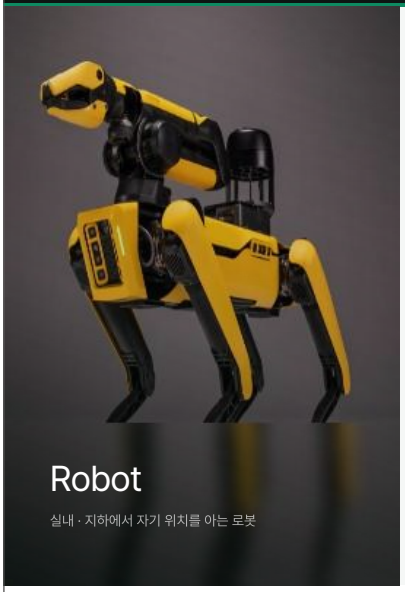
FOG GNSS/INS

07

INDUSTRY 04

Robot 로보틱스

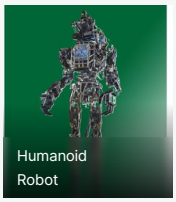
ULTRONICS

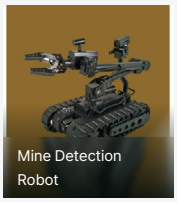


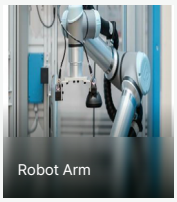
Robot

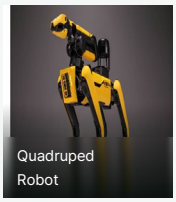
실내 · 지하에서 자기 위치를 아는 로봇

APPLICATION


Humanoid Robot


Mine Detection Robot


Robot Arm


Quadruped Robot

SOLUTIONS


MEMS GNSS/INS


DFOG GNSS/INS


FOG GNSS/INS

08

PARTNER BRANDS

대표 품목 IMU / AHRS / INS

ULTRONICS

미국 · 호주 · 영국 4개 제조사의 관성센서 라인업을 국내에 직접 공급합니다.

ADVANCED NAVIGATION

AUSTRALIA

FOG · DFOG · MEMS 전 라인업을 보유한 항법 전문 제조사.
GNSS 없이 지구 자전으로 진북을 찾는 Gyrocompassing 기술 보유.

주요 제품 Boreas D90 / D70 · Certus Evo · Certus Mini · GNSS Compass

emcore

USA

광집적회로(PIC) 기반 Photonic FOG와 자체 Quartz MEMS 가속도계 보유. Non-ITAR 라인업.

주요 제품 TAC-450 시리즈 · GEO-FOG 3D Dual · TACNAV

INERTIALSENSE

USA

1g 미만 초소형 Tactical-Grade MEMS INS 전문.
SWaP 제약이 큰 소형 무인기 · 로봇 탑재에 최적화.

주요 제품 IMX-6 · RUG-4 · OEM Sensor Module

FLAREBRIGHT
Confidence for the Low Altitude Economy

UNITED KINGDOM

GPS-Free 드론 항법 및 비행종단(FTS) 솔루션.
한국 공식 독점 대리점 울트로닉스 지정.

주요 제품 GPS-Free Navigation Suite · Flight Termination System

09

CUSTOMERS

주요 고객사

방산 · 국가연구기관 · 대기업 · 대학이
울트로닉스의 센서를 사용하고 있습니다.

DEFENSE

LIG D&A · Hanwha Aerospace · 한화시스템 · KAI 한국항공우주산업㈜ · 국방과학연구소 Agency for Defense Development

RESEARCH INSTITUTE & UNIVERSITY

KARI 항공우주연구원 · ETRI 한국전자통신연구원 · KRISO 선박해양플랜트연구소 · KIOST 한국해양과학기술원 · KITECH 한국생산기술연구원 · KIGAM · KAIST

ENTERPRISE & PUBLIC

HYUNDAI MOTOR GROUP · SAMSUNG 삼성전자 · LG전자 · ex 한국도로공사 · AICT

각 사의 상표권은 해당 기업에 있으며, 남품 실적 표기 목적으로만 사용되었습니다.

13

ULTRONICS

항법센서 전문 파트너
(주) 울트로닉스 입니다.

요구 성능사항과 탑재 시스템 조건을 알려 주시면,
귀사가 보유한 라인업에서 최적의 구성을 비교해 제안드립니다.
데모 장비 대여와 연동 기술 지원도 함께 제공 가능합니다.

CONTACT

회사명
㈜울트로닉스 ULTRONICS CO., LTD.
영업 문의
sales@ultronics.co.kr
홈페이지
www.ultronics.co.kr
주소
서울시 강서구 공항대로 200 마곡지웰타워 1003호
연락처
02-6673-3272
대표이사 이 의 빈

Advanced Navigation · EMCORE · Inertial Sense · Flarebright | High-Performance Sensor Distributor

14



[ES-14]

㈜이투비비

01 | 회사 소개 Company Overview

ETOBB
Electronic Top Beyond Boundary

GNSS 솔루션의 선도기업

ETOBB
Electronic Top Beyond Boundary
(주)이투비비

SAFRAN
한국 공식 대리점

㈜이투비비는 **글로벌 위성항법시스템(GNSS)**을 기반으로 한 정밀 시각·위치 솔루션을 개발하고 제공하는 전문 기업입니다. 당사는 GNSS시뮬레이터, 타임서버, 원자시계, 데이터링크 시스템, 광통신 모듈 등 다양한 제품군을 통해 항공·국방·우주·통신·산업 전반에 걸쳐 **안정적이고 신뢰할 수 있는 기술**을 공급하고 있습니다.
또한, 국내 유일의 **Safran 공식 대리점**으로서 세계적으로 검증된 제품과 기술력을 보유하고 있으며, 이를 바탕으로 고객 맞춤형 솔루션과 전문적인 기술 지원을 제공하고 있습니다.
㈜이투비비는 앞으로도 **지속적인 연구개발과 혁신**을 통해 국내 GNSS 산업의 경쟁력을 강화하고, 고객과 함께 성장하는 **신뢰할 수 있는 파트너**로서 자리매김하겠습니다.

02 | 제품 포트폴리오 Product Portfolio

ETOBB
Electronic Top Beyond Boundary

GNSS 통합 솔루션 제공업체
Integrated GNSS Solution Provider



03 | GNSS 시뮬레이터 GNSS Simulator

ETOBB Electronic Top Beyond Boundary

다양한 환경에서의 위성 항법 시험·검증할 수 있는 첨단 솔루션 GNSS 시뮬레이터

SAFRAN GNSS 시뮬레이터



GNSS SIMULATION SOFTWARE



SKYDEL GSG-7



GSG-8 GEN2



GSG-ANECHOIC



GSG-WAVEFRONT

SAFRAN

Customized GNSS 시뮬레이터



SPG-M



SPG-S



SPG-H



SPG-D

ETOBB Electronic Top Beyond Boundary

04 | 타임 서버 Time Server

ETOBB Electronic Top Beyond Boundary

네트워크에 초정밀 시각을 동기화하는 핵심 인프라 타임 서버



SECURESYNC 2400



VERSASYNC



White Rabbit Z16



White Rabbit ZEN TP-32BNC



White Rabbit LEN



High Accuracy Timing IP Core (HATI)



White Rabbit Switch v3.4.



WROX



CDM PCIe Timing Cards



ART Card



TSync Timing Boards

05 | 원자 시계 Atomic Clock

ETOBB Electronic Top Beyond Boundary

초정밀 시간 · 주파수 기준을 제공하는 원자 시계


mRO-50 Atomic Clock


LPFRS Rubidium Oscillator


StarLPRO-150
Rubidium Oscillator


SRO-5680
Rubidium Oscillator


GRClok-1500 Rubidium Clock


MO Quartz Crystal Oscillator


GAHM – Ground
Active Hydrogen Maser


RBSource-1600


GNSSource-2500


FemtoStepper

06 | 데이터 링크 시스템 Data Link System

ETOBB Electronic Top Beyond Boundary

TUALCOM

전파 교란(Jamming)으로부터 위성항법 수신기를 보호하는 항재밍 시스템

DATA LINK


S BAND
TDMA MESH
(ADHOC)
DATA LINK

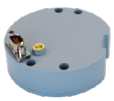

AUTO TRACKING
ANTENNA SYSTEM


L BAND
TDMA MESH (ADHOC)
DATA LINK

TELEMETRY


STACKABLE DATA
ACQUISITION &
TELEMETRY SUITE


TELEMETRY
RECEIVER


TELEMETRY
TRANSMITTERS

GNSS Anti-Jamming


TUALJ 16300


TUALJ 8300


TUALJ 4300

07 | 광통신 모듈 Fiber Optic Communication

ETOBB
Electronic Top Beyond Boundary

위성 신호가 닿지 않는 실내에서 정확한 위치를 제공하는 솔루션



SPG-FTR
GNSS TRANSMITTER



SPG-FTX
GNSS TRANSCEIVER

ETOBB
Electronic Top Beyond Boundary
(주)이투비비

서울시 금천구 가산디지털 1로 131, B동 503호 (08506)
TEL : 02-6677-3409 FAX : 02-6499-3409 E-mail : sales@etobb.co.kr www.etobb.co.kr

08 | 핵심 기술 Core Technology

ETOBB
Electronic Top Beyond Boundary

이투비비가 개발한 차세대 대드론 위성신호 스푸퍼 시스템



SPG-S SPECTRA STORM
(스펙트라 스톰)

- ㈜이투비비 대드론 방호 시스템 : **불법 드론 위협에 신속 · 정밀 대응**
- 위성 수신기 기만을 통해 침입 드론을 안전 지대로 유도
- 공항 · 발전소 · 군사 시설 등 주요 인프라 보호에 최적화



[ES-15]

㈜지엔에스에스솔루션


LabSat
GPS C/No
OK
REC
LabSat 4
Advanced GNSS Signal Testing with
Precise Customization
LabSat 4 combines performance with simplicity - it has never been this easy to record, replay and simulate complex GNSS test scenarios.
12-bit I&Q Quantization
10 - 60 MHz Variable Bandwidth
3 Configurable RF Channels
Records CAN, RS232 & Digital Signals
Real-Time Simulation with SatGen Software
LabSat
labsat.co.uk



SatGen Real-Time+

Real-Time GNSS RF simulation for Hardware-in-the-Loop (HIL) testing

- Precise timing and position data for closed-loop tests
- Integrates with HIL systems via RS232 or Ethernet
- Multi-frequency GNSS real-time simulation
- Live NMEA input from GGA/RMC sources
- Satellite and constellation control during live simulations
- Compatible with LabSat 4, LabSat 4 Core and LabSat 4 Lite
- Add-on licence for SatGen - no new hardware required



VBOX POSITIONING

T 02-6737-7617 E. sales@gnss-solution.co.kr

VIPS :
VBOX Indoor Positioning System

UWB기반 실내정밀항법검증장치

Update rate	Up to 100 Hz
Position Accuracy	±2 cm
Speed Accuracy	±2 cm
Max Speed	270 km/h
Output	RS232, CAN, WiFi



VBOX Omega :

GNSS-aided INS

Centimeter-level Accuracy
Wheel Speed Integration
High-grade IMU
Resiliant GNSS Performance
Output : RS232, CAN, Digital



VBOX Sigma:

NTRIP Modem + RTK Receiver
Cost-effective RTK Receiver

Centimeter-level Accuracy
10 Hz (GPS, GLO, BDS, Galileo)
Multi GNSS Frequency
Output: RS232, CAN



VBOX POSITIONING

www.vboxpositioning.com | www. gnss-solution.co.kr

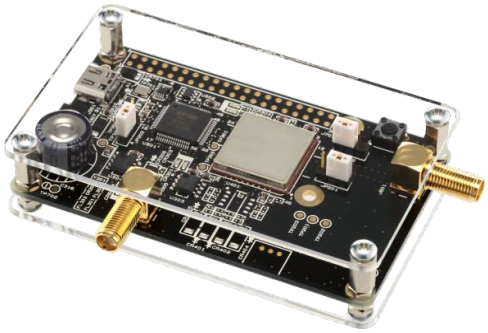
GNSS Solution Co., Ltd

FURUNO

Worldwide No 1 for Timing Solution



TB-1 : Field Time Sync Generator





Evaluation Kit GT100 : Multi GNSS L1L5 Timing Module



AT300, AT500 GNSS Ant



Multi GNSS disciplined OSC

T. 02-6737-7617 | E. sales@gnss-solution.co.kr

www.gnss-solution.co.kr



[ES-16]

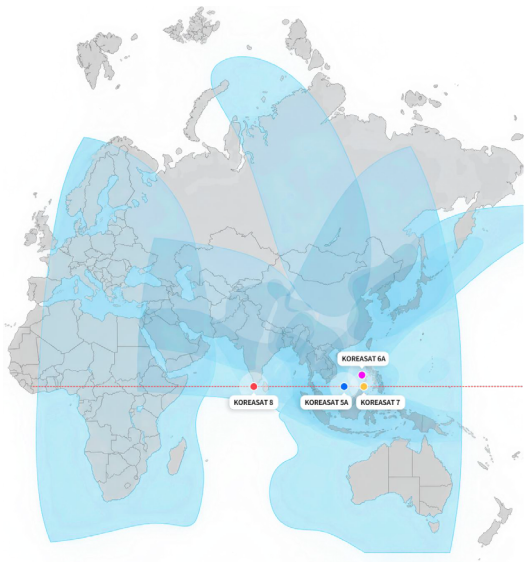
㈜케이티샛



kt sat

KOREASAT COVERAGE

Satellite	KOREASAT-8	KOREASAT-7	KOREASAT-5A	KOREASAT-6	KOREASAT-6A
Orbit	75°E	116°E	113°E	160°E	116°E
Launch Date	Feb. 2014	May. 2017	Oct. 2017	Dec. 2010	Nov. 2024
Manufacturer	SSL	Thales Alenia Space	Thales Alenia Space	Alcatel/OSC	Thales Alenia Space
Launcher	Arianespace	Arianespace	SpaceX	Arianspace	SpaceX
Frequency	C & Ku-Band	Ku & Ka-Band	Ku & Ext Ku-Band	Ku-Band	Ku-Band
Coverage	East Asia, South East Asia, South Africa	Korea, Philippines, Indochina, India, Indonesia	Korea, Japan, Philipines, Indochina, Maritime	Oceania	Korea



KOREASAT- 9

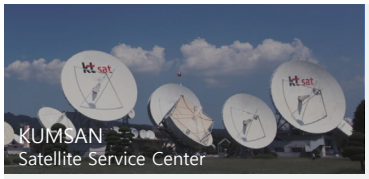
- Orbital Location: TBD
- Launch : Planned in 2028
- Uplink Teleports: TBD
- Coverage : Philippines, Malaysia, Indonesia, South China Sea, Indo-China Peninsula, Taiwan



- ◆ Ka-Band High Throughput Satellite
- ◆ Custom-Designed Small GEO Satellites — Low-Cost • Rapid Deployment • High Bandwidth
- ◆ Flexible, Software Defined
  - Coverage, Frequency Plan, Power Adjustment all flexible



OUR TELEPORTS



- Partner teleport of multiple GEO satellite operators since 1970
- Customized services - hosting, colocation, IPLC, mission support, etc.
- 40+ antennas installed with access to 57°E ~ 180°E
- Backed by Korea Telecom's advanced telecom infrastructure
- Certified as a Tier 4 teleport by the World Teleport Association (WTA).



- Main control center of KOREASAT fleet since 1994
- 24/7 customer-oriented NOC support
- Monitor Transponder & Space Environment
- Analyze Spurious/Interfered Signal



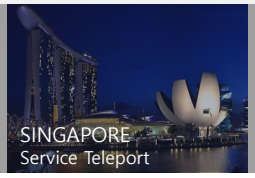
- Dedicated for NGSO gateways, TT&C
- Ready-for-use full motion antennas
- Adjacent to KT Cloud Data Center
- High-security & reliable power supply



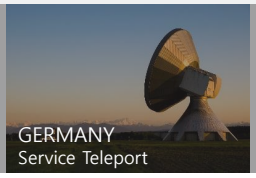
- Backup Satellite Control Center for YONGIN

KOREA

GLOBAL



- Strategically located in the heart of Southeast Asia
- Customized services – hosting, colocation, fully-managed services
- 1+1 redundancy & dual power system



- Located in Germany covering whole of Europe, Africa, Middle East and the Atlantic
- 24/7 NOC support available



CHARACTERISTICS

KT SAT's Multi-Orbit Service is built upon decades of proven expertise and experience in satellite operations and communications, combined with trusted partnerships with leading global players.

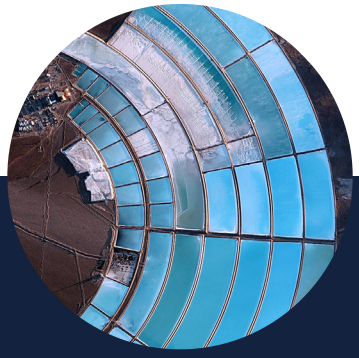
Benefits

- Professional 24/7 Customer Support with 55+ years of satellite operations experience
- Provide a dedicated customer portal for real-time line status, data usage, and speed monitoring
- Effective Data Usage Management with flexible top-up options
- Resilient connection using KT SAT's GEO service and LEO service from KT SAT's partners

Service Comparison

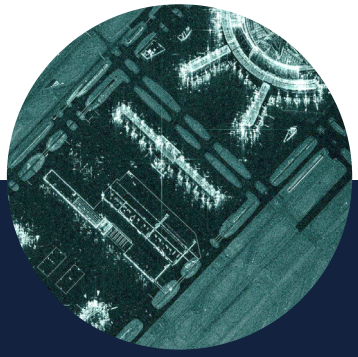
Category	GEO Satellite	LEO Satellite	
		KTSAT-Starlink	KTSAT-Eutelsat Oneweb
Altitude	36,000km	550km	~1,200km
Latency	High (500ms)	Low (~50ms)	Low (~50ms)
Network Characteristics	Private	Public Internet	Private (enabled by Network Slicing)
Data Flow	Vary depending on services used	Globally distributed (With International Backbone)	Routes through KT SAT PoP in Korea
Terminal Manufacturers	Vary depending on customer needs	SpaceX	Intellian, Hughes, Kymeta, Inster
Target Customers	DTH, users requiring private networks	Individuals users (e.g. vessels and seafarers)	High-reliability users (e.g. public institutions, enterprises)
KTSAT Service Coverage	Korea, Japan, South East Asia, India, South Africa	Global	Korea (Land, Maritime), Japan (Maritime)

SPACEDATA SAMPLE



Jujuy, Argentina (Lithium Mine),
BlackSky, May 24, 2023, 11:09:32 UTC

EO
(Electro Optic)



Incheon International Airport, Republic of Korea (Terminal 1),
Iceye, 2022-05-29 05:54:00 UTC

SAR
(Synthetic Aperture Radar)



West Sea, Republic of Korea (Provisional Measures Zone),
Unseenlabs, 2023-09-25, 3 Acquisitions

Non-Imagery
(Vessel RF Detection Example)



KTSAT offers total satellite navigation solutions that can stably provide ultra-precise, reliable PNT (Positioning, Navigation, Timing) information services.

KTSAT's unique ground station system provides high-performance, high-quality solutions in the fields of satellite navigation and deep space exploration.

Satellite Navigation Solution

KTSAT provides satellite-based position, navigation, and timing (PNT) services supporting navigation, emergency response, disaster prediction, and national defense, and advances national location infrastructure through the Korea Augmentation Satellite System (KASS) and Korea Positioning System (KPS).

Precision Time Synchronization Solution

KTSAT provides ground system solutions that provide accurate and stable satellite reference time information using TWSTFT (Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer) based high precision time synchronization technology.

Deep Space Communication Solution

KTSAT has the capability to design and build ground station systems for control, tracking, and communication of space probes, and based on this, provides ground station construction and total solutions for deep space missions.



Satellite Navigation

Satellite and Ground-Based Systems Construction and operating a Satellite-Based Augmentation System (SBAS)

Precision Time Synchronization

Providing high-precision time synchronization solution and ground station system based on TWSTFT (Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer)

Deep Space Communication

Design and construction of a ground station system for deep space communications



[ES-17]

㈜파이버프로


F I B E R P R O
항법 · 항재밍의 새로운 미래
생존성 극대화를 위한 항법 항재밍 솔루션


회사개요
Your innovative navigation solution provider
Creating New Value with New Technology
주식회사 파이버프로
여러분을 네비게이션 해 드릴 코스닥 상장사
1995년 창업부터 30년간 새로운 기술에 의한 새로운 가치창출이라는 비전을 가지고
전 세계의 광통신 및 센서 분야에서 수 많은 기여를 하고 있는 광 측정 관련 선도 제조업체로서,
이제는 항법 · 항재밍의 신기원을 개척하여
Global Top 항법 · 항재밍 솔루션 전문기업으로 도약하고자 합니다.
F I B E R P R O


항법 통합 솔루션
Your innovative navigation solution provider
GNSS·INS/ Anti-Jamming GNSS
위성항법 / 항재밍
Inertial Navigation
관성항법


항법 · 항재밍 솔루션
핵심 기술력 확보를 통한 작고 강한 Solution
다양한 CRPA (2소자, 4소자, 8소자) 항재밍장치
Multi-GNSS (GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou, NavIC), Multi-band (L1, L2, L5) 위성항법
High Altitude, High speed, High dynamic, Airborne
High performance J/S
보강항법 솔루션 (SBAS/KASS, RTK-PPP)
Your innovative navigation solution provider
항재밍 통합항법장치
Multi-GNSS (GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou, NavIC), Multi-band (L1, L2, L5) 위성항법
다양한 종류(FOG, MEMS, RLG)의 다양한 성능 IMU 결합
고속/고고도/고기동 환경 적용
보강항법 솔루션 (SBAS/KASS, RTK-PPP)


항재밍 솔루션
Your innovative navigation solution provider
다양한 체계에 적합한
CRPA 기반 항재밍 장치
GPS(L1,L2,L5), Galileo(E1,E5), GLONASS(G1,G2), BeiDou(B1,B2,B3), NavIC, (KPS)
다양한 Band 조합 가능
다양한 소자 가능 (2소자, 4소자, 8소자)
ASIC 기반 소형화, 경량화, 저전력
High Dynamic
NF2000, NF4000 (2소자, 4소자)
NF4000, NF8000(4소자, 8소자)
NF4000, NF8000(4소자, 8소자)


항재밍 통합 항법장치
Your innovative navigation solution provider
다양한 무기체계 및 고객 요구에 부합하는
항재밍 통합 항법장치
GPS(L1,L2,L5), Galileo(E1,E5), GLONASS(G1,G2), BeiDou(B1,B2,B3), NavIC, (KPS)
다양한 Band 조합 가능
GNSS + INS(MEMS(FOG/RLG)
칩셋 기반 소형화, 경량화, 저전력
High Dynamic
GNSS/INS 통합항법장치
2D/3D 자세측정 통합항법장치


항법 솔루션 _ 관성 센서
Your innovative navigation solution provider
움직이는 물체의 자세와 방향 및 속도 측정
FOG based solutions
01 디자인에서 제조까지 통합 기술
02 SWaP-C (Size, Weight, Performance and Cost)
03 국내 독보적 FOG 기술 보유사
Fiber Optic Gyroscope (FG 150)
Fiber Optic Gyroscope for space grade (SAG-SS)
Inertial Measurement Unit (FI 200C/ FI 200P)
Inertial Navigation System (Gyrocompass)


드론 및 무인기
칩셋 기반 소형/경량 항법/항재밍 장치
유도무기체계
Multi-GNSS, Multi-Band
고기동 항법/항재밍장치
다양한 체계 적용 가능한
Total 항법 · 항재밍 솔루션
우주 · 항공 · 함정 무기체계
해양 환경에서의 안정적인 항법 및 위치 결정
기동무기체계
보강시스템 : SBAS(KASS), RTK-PPP



[ES-18]

㈜피피솔


A1
Base and Rover, All-In-One
기준국의 안정성, 이동국의 편의성
하나로 완성하는 올인원 GNSS 수신기
최고 성능의 안정성 및 정확도
삼중주파수, 448 채널, 100Hz
동급 대비 합리적인 가격
국내 상시관측소 활용
피피솔 PPSOL



Pixhawk와 같은 드론 FC와 연동

이동체 탑재를 위한 초경량 · 초소형 크기

스마트폰 · 태블릿 탑재 가능

ublox swift NAVIGATION gmv point one

" GNSS 보정정보 서비스 이용 가능 "

FC CE KC

PPSOL

1 cm Accuracy or Better For Your Precision

RTAP3MS

Precise for Mobility



차량 및 드론 등 이동체 탑재를 위한 I/O 구성

삼중주파수, 448 채널, 최대 100Hz

1 cm 이내 정확도 제공하는 RTK 수신기

swift NAVIGATION gmv INNOVATING SOLUTIONS point one

" GNSS 보정정보
서비스 이용 가능 "

FC CE

PPSOL

1 cm Accuracy or Better For Your Precision

RTAP3M

Compact Base



간편한 소형 기준국을 위한 초고정밀 정확도

삼중주파수, 448 채널, 최대 100Hz

1 cm 이내 정확도 제공하는 RTK 수신기

swift NAVIGATION gmv point one

" GNSS 보정정보 서비스 이용 가능 "

PPSOL



[ES-19]

지티에스솔루션즈㈜

MICROCHIP
Frequency and Time Systems

Microchip Corporate Headquarters
One Enterprise, Aliso Viejo, CA 92656 USA
www.Microchip.com









Microchip Focused Markets and Applications

Communications
37% of Revenue

Defense & Security
26% of Revenue

Aerospace
16% of Revenue

Industrial
21% of Revenue

ZTE, HUAWEI, CISCO, SAMSUNG, ERICSSON, L3 communications, Raytheon, NORTHROP GRUMMAN, Honeywell, Rolls-Royce, BOEING, LOCKHEED MARTIN, AIRBUS, Medtronic

GTS solutions

지티에스솔루션즈㈜
우08517 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호(가산동, 가산테라타워)
전화: (02)6230-6100 / 팩스: (02)6230-6103/ Email: sales@gtssolutions.co.kr

MICROCHIP
Frequency and Time Systems

Microchip Corporate Headquarters
One Enterprise, Aliso Viejo, CA 92656 USA
www.Microchip.com

Microchip World Leader in "Time"

Leading supplier of timing infrastructure

- 93% of UTC world time "contributions"
- 80%+ worldwide market share in sync for commercial communications
- The preferred next generation timing provider to major NEMs
- Over 350+ IEEE 1588 networks deployed worldwide
- 10's of thousands of NTP Network Time Servers sold

Microchip *generates, distributes,* and *applies* precise time

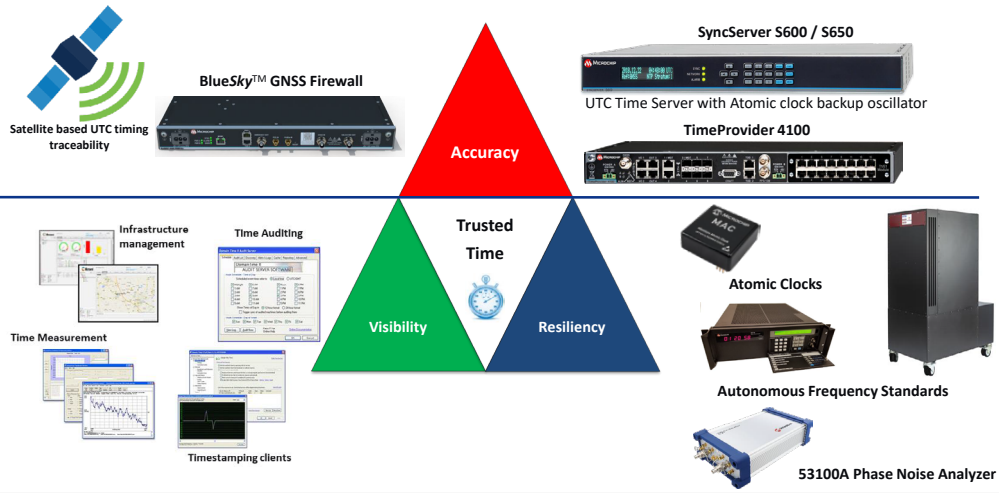
GTS solutions

지티에스솔루션즈㈜
우08517 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호(가산동, 가산테라타워)
전화: (02)6230-6100 / 팩스: (02)6230-6103/ Email: sales@gtssolutions.co.kr

MICROCHIP
Frequency and Time Systems

Microchip Corporate Headquarters
One Enterprise, Aliso Viejo, CA 92656 USA
www.Microchip.com

Microchip Leading the World in Precise Time Solutions



- 69% of world time keeping by clock weight is driven by Microchip clocks
- 85% of clocks deployed are from Microchip
- 99.4% of the Cesium clocks used for timekeeping are 5071B

GTS solutions

지티에스솔루션즈㈜
우08517 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호(가산동, 가산테라타워)
전화: (02)6230-6100 / 팩스: (02)6230-6103/ Email: sales@gtssolutions.co.kr

MICROCHIP
Frequency and Time Systems

Microchip Corporate Headquarters
One Enterprise, Aliso Viejo, CA 92656 USA
www.Microchip.com

Microchip Clock and Timing Systems

- **Primary References**
  - Synchronization requires a precise source based either on GPS or Cesium
  - TimeCesium & TimeSource Reference Clocks provide superior performance and reliability
- **BlueSky GNSS Firewall**
  - Identification of GNSS system threats and protection from spoofing and jamming
  - Seamless integration between existing GNSS antenna and GNSS system
- **Enterprise Network Time Servers**
  - This high-performance, advanced security network time server is excellent for mid-to-large-scale enterprise network operations.
- **TimeProvider 4100 & 4500 Series**
  - High capacity: 1,000 PTP unicast timeReceiver clocks at 128 PPS
  - Reliable fanless passive thermal operation
- **Chip Scale Atomic Clock & Miniature Atomic Oscillator**
  - -40°C to +80°C Operating Temperature - CSAC
  - 120mW power consumption - CSAC
  - < 5E-11 monthly aging (frequency drift per month) – MAC
- **53100A Phase Noise Analyzer**
  - Allan deviation (ADEV) typically less than 5E-15 at t=1s, 1E-16 at t=1000s
  - Measure up to 3 devices simultaneously
  - Close-to-carrier Phase noise and AM noise at offsets from 0.001 Hz
  - Single or dual reference oscillator inputs allow cross-correlation measurements with noise floor approaching -175dBc/Hz



GTS solutions

지티에스솔루션즈㈜
우08517 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호(가산동, 가산테라타워)
전화: (02)6230-6100 / 팩스: (02)6230-6103/ Email: sales@gtssolutions.co.kr

MICROCHIP
Frequency and Time Systems

Microchip Corporate Headquarters
One Enterprise, Aliso Viejo, CA 92656 USA
www.Microchip.com

Microchip Primary References



5071B



4380A



MHM2020



8040C

Cesium
- Long term stability and accuracy

Active Maser
- The ultimate in short term stability (t </= 1day)

Rubidium
- Ideal for less demanding long term stability requirements

Disciplined Quartz
- Enhanced phase noise and hitless switching

GTS solutions

지티에스솔루션즈㈜
우08517 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호(가산동, 가산테라타워)
전화: (02)6230-6100 / 팩스: (02)6230-6103/ Email: sales@gtssolutions.co.kr

MICROCHIP
Frequency and Time Systems

Microchip Corporate Headquarters
One Enterprise, Aliso Viejo, CA 92656 USA
www.Microchip.com

Microchip Quantum-World's Smallest Atomic Clocks

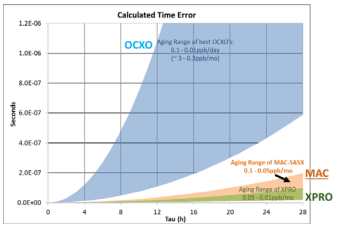
Miniature Atomic Clock (MAC) SA.5X

- **Versus the Competitors:**
  - <1/5 the Size
  - <1/3 the Power
  - 2-3x Performance Improvement
- **Production ramp NOW**

Chip Scale Atomic Clock (CSAC) SA45/SA65

- Designed for Ultra low Power Precision
- Less Than 200mW operation
- Setting New Standards for:
  Size, Weight, and Power (SWaP)
- CSAC Status:
  - Early production for undersea exploration
  - Engineering prototyping other apps







MODEL	CSAC SA45	CSAC SA65	UNCSAC
Temp Co Range (°C)	5.00E-10 (-10 to +70)	2.00E-10 (-40 to +80)	5.00E-10 (-10 to +60)
PN (dBc/Hz)			
1 Hz	-50	-55	-85
10 Hz	-70	-80	-120
100 Hz	-113	-120	-140
1 kHz	-128	-140	-145
10 kHz	-135	-145	-150
100 kHz	-135	-145	-155
ADEV			
@1 sec.	3.00E-10	3.00E-10	2.00E-11
@10 sec.	1.00E-10	1.00E-10	5.00E-11
@100 sec.	3.00E-11	3.00E-11	2.00E-11
Power @ 25C (W)	0.12	0.12	0.295
Warm-up (W)	0.14	0.14	0.775
Size (mm)	41 x 35 x 11	41 x 35 x 11	51 x 51 x 18
Warm-up Time (seconds)	180	120	180

GTS solutions

지티에스솔루션즈㈜
우08517 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호(가산동, 가산테라타워)
전화: (02)6230-6100 / 팩스: (02)6230-6103/ Email: sales@gtssolutions.co.kr

MICROCHIP
Frequency and Time Systems

Microchip Corporate Headquarters
One Enterprise, Aliso Viejo, CA 92656 USA
www.Microchip.com

Microchip Precise Time Scale System (PTSS)

- **Integrated rack or individual products to customize time scale solution**









SyncSystem 4380A Time Scale Edition generates an autonomous time scale derived from combining several highly accurate independent clocks

Time Scale Orchestrator software providing a unified view for management, monitoring, alarming, and reporting functions that form the time scale system

5071B Cesium Primary Frequency Standard and MHM 2020 Active Hydrogen Maser
Microchip's atomic clocks which provide accurate and stable frequencies to generate the ensemble time scale frequency

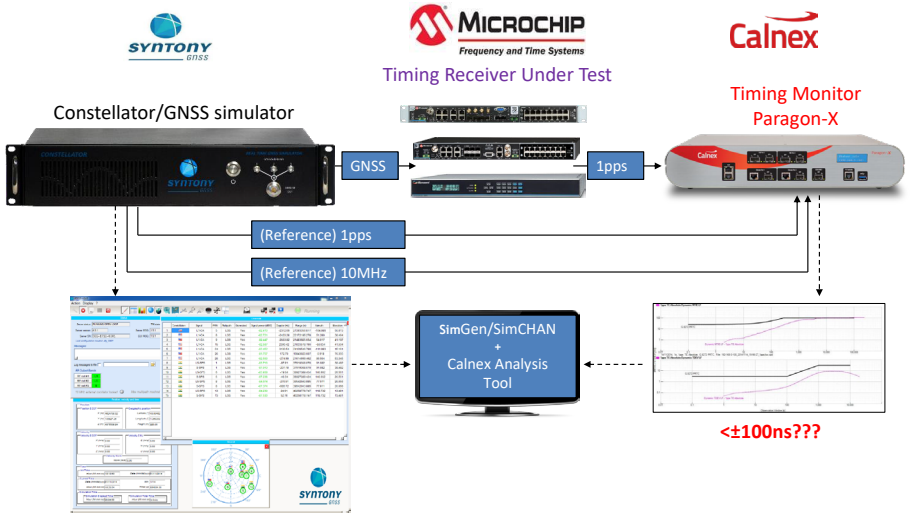
GTS solutions

지티에스솔루션즈㈜
우08517 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호(가산동, 가산테라타워)
전화: (02)6230-6100 / 팩스: (02)6230-6103/ Email: sales@gtssolutions.co.kr

MICROCHIP
Frequency and Time Systems

Microchip Corporate Headquarters
One Enterprise, Aliso Viejo, CA 92656 USA
www.Microchip.com

Packet Time Measurement Portfolio



GTS solutions

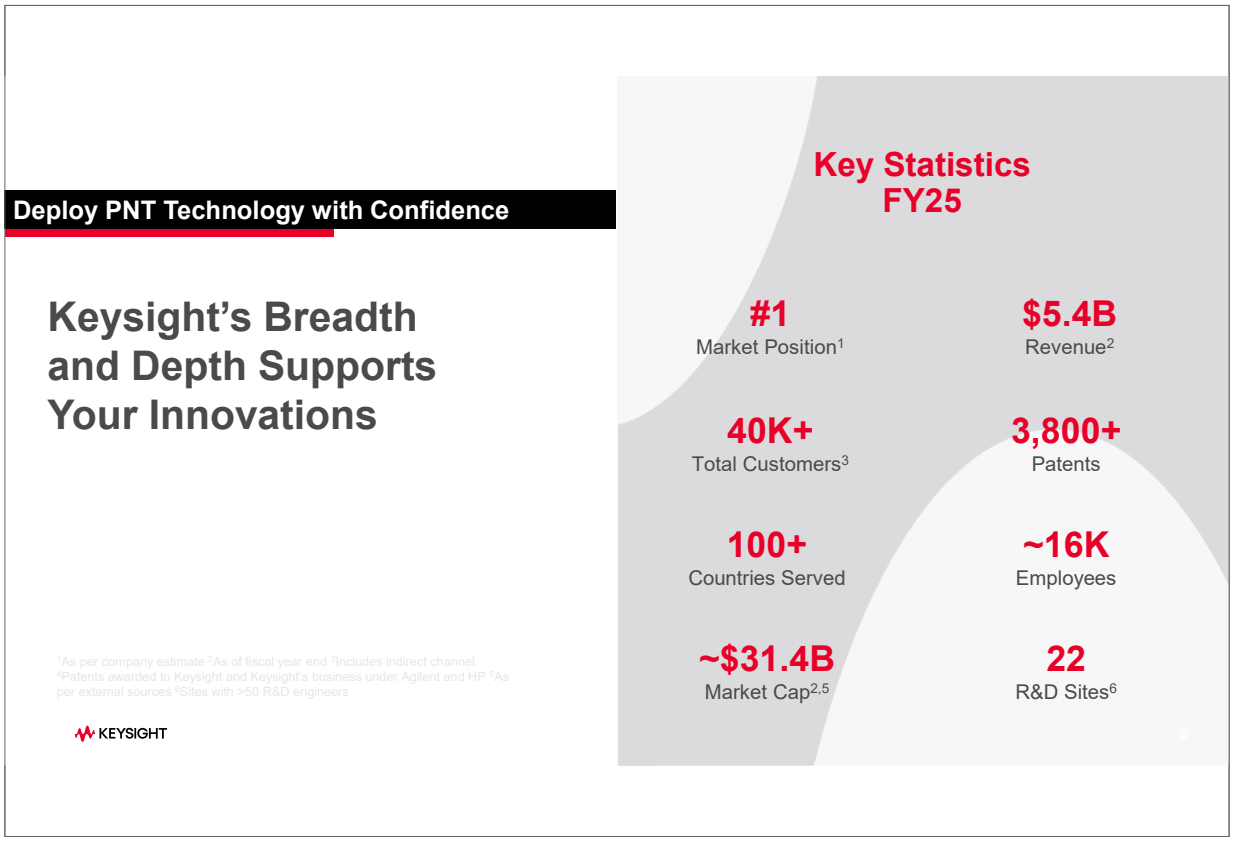
지티에스솔루션즈㈜
우08517 서울시 금천구 디지털로10길 78, 610호(가산동, 가산테라타워)
전화: (02)6230-6100 / 팩스: (02)6230-6103/ Email: sales@gtssolutions.co.kr



[ES-20]

키사이트테크놀로지스코리아


KEYSIGHT
Keysight Technologies Korea
키사이트테크놀로지스코리아
| Address | 서울 영등포구 여의나루로 57 신송센터빌딩 20F
| Homepage | www.keysight.com
| Contact email | marketing.korea@keysight.com
Innovators
start here


Deploy PNT Technology with Confidence
Keysight's Breadth and Depth Supports Your Innovations
[1]As per company estimate [2]As of fiscal year end [3]Includes indirect channel [4]Patents awarded to Keysight and Keysight's business under Agilent and HP [5]As per external sources [6]Sites with >50 R&D engineers
KEYSIGHT
Key Statistics FY25
#1
Market Position[1]
$5.4B
Revenue[2]
40K+
Total Customers[3]
3,800+
Patents
100+
Countries Served
~16K
Employees
~$31.4B
Market Cap[2,5]
22
R&D Sites[6]

Our Products and Services



Product Design and Test Software

Design, emulate and test, leveraging the power of AI and digital twins



Test and Measurement Equipment

High-performance oscilloscopes, signal generators, and analyzers



Test Systems

Specific solutions for inflecting industries



Network Performance Solutions

Network visibility, emulation, and test solutions

KEYSIGHT



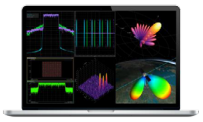
Professional Services

- Equipment calibration, repair, and technical support
- Education, consulting, and other services

End-to-End Satellite Solutions

- Leverage test data to improve efficiency throughout the development process.

KEYSIGHT



System Design and Simulation with System Design

Complete system simulation environment for RF, comms/DSP, and phased array



Prototype Testing and Debug with PNA-X

Flexible test solution spanning 10 MHz to 67 GHz with 2 and 4 ports and 1 or 2 sources



Payload Test via Custom Electrical Ground Support Equipment (EGSE)

Configurable test systems including solar array simulators, battery simulation and conditioning, and RF signal simulation



Ground Segment Monitoring with FieldFox

Frequency coverage to 54 GHz with wide analysis bandwidth to 120 MHz

Modernize Satellite Ground Systems

- Enable interoperability with the Digital Intermediate Frequency Interoperability (DIFI) standard.
- Shift from fixed analog signal chains to digital RF transport over IP networks.
- Reduce required field hardware.

KEYSIGHT



VXG Vector Signal Generator

Generate signals to 54 GHz with 2.5 GHz of modulation bandwidth per channel.



UXA Signal Analyzer

See signals clearly with unbanded, preselected sweep from 2 Hz to 75 GHz and 4 GHz of analysis bandwidth.



UXM 5G Test Application

Analyze 5G NR chipsets and devices across the workflow with a solution that keeps pace with the standards for terrestrial and non-terrestrial networks.



PROPSIM Channel Emulation

Emulate the impairments of complex, 3D real-world radio channel conditions at signal bandwidths to 400 MHz.

Validate Ground System Network Performance

KEYSIGHT



UeSIM UE Emulation RAN Solutions

Validate end-to-end RAN performance by emulating real network traffic over both radio and O-RAN fronthaul interfaces in terrestrial and non-terrestrial networks.



WaveJudge Wireless Analyzer

Gain visibility into protocol and physical layer interaction in wireless transmissions to troubleshoot problems between devices, satellites, and base stations in terrestrial and non-terrestrial networks.



Open RAN Studio for O-RU Testing and Validation

Validate O-RAN radio unit ASIC designs using comprehensive cross-domain, multichannel RF / mmWave and O-RAN protocol measurements.

World-leading PNT Simulation Systems

KEYSIGHT



PNT X GNSS Simulator

PNT X is software-defined test platform designed for scalability and automation, with cloud-enabled architecture. It is for DevOps workflows, allowing large-scale, automated and integration into CI/CD pipelines



GSS7000 GNSS Simulator

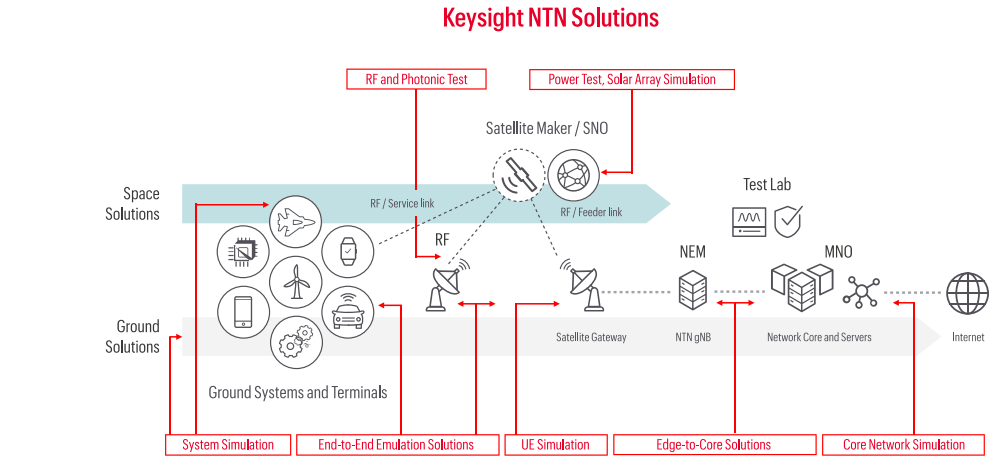
GSS7000 extremely high-fidelity RF simulation across multiple constellations and frequencies. It is for the advanced scenarios like jamming and spoofing, where accuracy and realism are essential.



GSS6450 GNSS RF Record & Playback

GSS6459 is a proven, mid-range GNSS simulator. It provides reliable multi-constellation testing for routine validation like automotive, IoT, and general GNSS development.

Keysight Solutions Across the NTN Ecosystem



KEYSIGHT

8

“본 사업은 기획재정부의 복권기금 및 과학기술정보통신부의
과학기술진흥기금으로 추진되어 사회적 가치 실현과
국가 과학기술 발전에 기여합니다.”

2026년 항법시스템학회 정기학술대회

Web Proceedings, Tutorial Book

발행인 : 박준표
편집인 : 박병운, 신미자, 정남해
발　행 : 사단법인 항법시스템학회
인　쇄 : ㈜비티엔
발행일 : 2026년 11월 3일

학회사무국
서울특별시 용산구 한강대로 366, 7층 비709호 (동자동, 트윈시티남산)
전화 : 02-704-5681
팩스 : 02-790-5681
http://www.ipnt.or.kr
E-mail: ipnt@ipnt.or.kr

Sponsored by

로고	기관명	대표	전화	홈페이지
	LIG Defense&Aerospace	신익현	031-5179-7000	www.ligdefenseaerospace.com
	Thales Alenia Space Italia S.p.A	Giampiero Di Paolo	+39 0641511	www.thalesaleniaspace.com
	가치공간정보㈜	서동용	02-3459-3126	www.valuespace.info
	단암시스템즈㈜	이성엽, 이성혁	031-538-6000	www.danam.co.kr
	덕산넵코어스㈜	황태호	042-363-9000	www.dsnc.co.kr
	로데슈바르즈코리아㈜	김태훈	02-3485-1900	www.rohde-schwarz.com/kr
	선박해양플랜트연구소	정종진	042-866-3114	www.kriso.re.kr
	성화테크㈜ / Xsens	신동호	042-828-7857	www.sungwhatech.com
	세종대학교 미래우주항법 및 위성기술연구센터	박병운	010-9452-8086	https://mirae-woojoo.pages.dev/
	에이피위성㈜	이성희	02-2026-7900	www.apsi.co.kr
	와이즈시스템㈜	윤희홍	070-7010-0440	www.wisesystem.co.kr
	유블럭스 싱가포르피티이엘티디 한국지점	손광수	02-5842-0861	www.u-blox.com
	인성인터내쇼날 ㈜	최규주	02-579-5031	www.insungsys.kr
	지티에스솔루션즈㈜	김민수	02-6230-6100	www.gtssolutions.co.kr
	㈜누비콤	신동만	070-7872-0701	www.nubicom.co.kr
	㈜대한항공	우기홍, 조원태	02-1588-2001	aerospace.koreanair.com
	㈜마이크로인피니티	정학영	031-546-7408	www.minfinity.com
	㈜문화방송	안형준	02-789-0011	www.imbc.com
	㈜솔탑	사공영보	042-867-7440	www.soletop.co.kr/
	㈜씨너렉스	박재덕	02-2088-1182	www.synerex.kr
	㈜아센코리아	황국연	02-1544-3818	www.ascenkorea.com
	㈜엘아이지아큐버	허순재,곽영수	02-788-1700	www.ligaccuver.com
	㈜울트로닉스	이의빈	02-6673-3272	www.ultronics.co.kr
	㈜이투비비	이정호	02-6677-3409	www.etobb.co.kr
	㈜지엔에스에스솔루션	김홍만	02-6737-7617	www.gnss-solution.co.kr
	㈜케이씨이아이	고현준	02-2103-4014	www.kcei.com
	㈜케이티샛	최경일	1577-7726	www.ktsat.com
	㈜큐니온	노민상	042-719-2140	www.qnion.com
	㈜파이버프로	고연완	042-360-0030	www.fiberpro.co.kr
	㈜피피솔	박관동	02-6925-1516	www.ppsol.com
	키사이트테크놀로지스코리아	이선우	080-769-0800	www.keysight.com
	한화에어로스페이스㈜	이부환, 김동관	02-729-2156	www.hanwhaaerospace.co.kr
	한국항공우주연구원	이상철	042-860-21147	www.kari.re.kr
	한국전자통신연구원	박세웅	042-860-6114	www.etri.re.kr
	항공교통본부 항공위성항법센터·한국항공우주연구원	이상철	042-870-3504	www.kass.re.kr
	한국과학기술단체총연합회	권오남	02-3420-1200	www.kofst.or.kr

※상기는 가나다 순서임


The Innovating Pioneer for a Sustainable Tomorrow
We create sustainable technologies to protect
human-beings and our planet.
Hanwha
Aerospace