

2025 ICT

산업전망컨퍼런스

Industry Outlook Conference

디지털·AI 시대: 새롭게 도약하는 대한민국

Digital AI ERA: A Leap of Faith in Republic of Korea

| 발표자료집 DAY 2 |

Track 1_ 그레이스홀 I(Grace Hall I)



2024.11.15.(Fri) / 양재 엘타워 그레이스홀 I

2018 ICT

산업전망컨퍼런스

Industry Outlook Conference

디지털·AI 시대: 새롭게 도약하는 대한민국

Digital AI ERA: A Leap of Faith in Republic of Korea

주최  과학기술정보통신부
Ministry of Science and ICT

주관            

프로그램 Program

Track 1_ 그레이스홀(Grace Hall I)

시간(Time)		프로그램(Program)	발표자(Speaker)
Session 1	트랙 (Track)	생성형 AI I (인공지능 활용·확산) (Generative AI I)	
	좌장 (Moderator)	이용진 본부장 (NIA)	
	10:00~10:40	Govtech, AI 시대 정부의 미래: 디지털 공공리더십	홍아름 교수 (경희대학교)
	10:40~11:20	생성형 AI 기술 트렌드와 서비스 확산 방안	정주환 이사 (네이버 클라우드)
11:20~13:00		오찬 (Lunch)	
Session 2	트랙 (Track)	생성형 AI II (인공지능 신뢰성) (Generative AI II)	
	좌장 (Moderator)	안성원 실장 (SPRI)	
	13:00~13:40	딥페이크 범죄인가, 혁신인가	이정수 사업총괄이사 (딥브레인 AI)
	13:40~14:20	의료 AI 세대 변화와 신뢰성 확보 방안: 정확도, 임상적 유용성, 그리고 설명 가능성	박상민 대표 (자이메드(주))
Session 3	트랙 (Track)	차세대 통신 (Next-Generation Communication)	
	좌장 (Moderator)	이승환 본부장 (ETRI)	
	14:20~15:00	6G 프레임워크 : 유스케이스와 요소 기술	장경희 교수 (인하대학교)
	15:00~15:40	SpaceX의 저궤도 위성 통신 서비스 Starlink	정지수 과장 (메리츠증권)
Session 4	트랙 (Track)	AI 반도체 (AI Semiconductor)	
	좌장 (Moderator)	한문승 본부장 (KAIT)	
	15:40~16:10	AI 반도체의 과거와 현재, 그리고 미래	유민수 교수 (한국과학기술원)
	16:10~16:40	AI를 위한 메모리와 컴퓨팅 결합 반도체 기술: 데이터 센터에서 엣지까지	임의철 펠로우 (SK하이닉스)
Session 5	트랙 (Track)	디지털 무역 (Digital Trade)	
	좌장 (Moderator)	김성욱 연구위원 (KISDI)	
	16:40~17:10	미국을 중심으로 살펴본 글로벌 디지털무역 규범의 발전 과정과 현황	곽동철 교수 (경북대학교)
	17:10~17:40	한국은행 서비스 무역통계 고도화사업 및 디지털 무역촉정	김태호 과장 (한국은행)

목차 Contents

Session 1. 생성형 AI (인공지능 활용·확산) (Generative AI I)

Govtech, AI 시대 정부의 미래: 디지털 공공리더십 - 홍아름 교수 (경희대학교)	005
생성형 AI 기술 트렌드와 서비스 확산 방안 - 정주환 이사 (네이버 클라우드)	007

Session 2. 생성형 AI II (인공지능 신뢰성) (Generative AI II)

딥페이크 범죄인가, 혁신인가 - 이정수 사업총괄이사 (딥브레인 AI)	019
의료 AI시대 변화와 신뢰성 확보 방안: 정확도, 임상적 유용성, 그리고 설명 가능성 - 박상민 대표 (자이메드(주))	021

Session 3. 차세대 통신 (Next-Generation Communication)

6G 프레임워크: 유스케이스와 요소 기술 - 장경희 교수 (인하대학교)	041
SpaceX의 저궤도 위성 통신 서비스 Starlink - 정지수 과장 (메리츠증권)	064

Session 4. AI 반도체 (AI Semiconductor)

AI 반도체의 과거와 현재, 그리고 미래 - 유민수 교수 (한국과학기술원)	087
AI를 위한 메모리와 컴퓨팅 결합 반도체 기술: 데이터 센터에서 엣지까지 - 임의철 펠로우 (SK하이닉스)	089

Session 5. 디지털 무역 (Digital Trade)

미국을 중심으로 살펴본 글로벌 디지털무역규범의 발전 과정과 현황 - 곽동철 교수 (경북대학교)	099
한국은행 서비스 무역통계 고도화사업 및 디지털 무역측정 - 김태호 과장 (한국은행)	110

Govtech, AI 시대 정부의 미래: 디지털 공공리더십

홍아름 교수 (경희대학교)





발표자료 미공개

MEMO

A series of horizontal dotted lines providing a space for writing a memo.

Track 1 _ Session 1

생성형 AI (인공지능 활용·확산) (Generative AI)

생성형 AI 기술 트렌드와 서비스 확산 방안

- 정주환 이사 (네이버 클라우드)



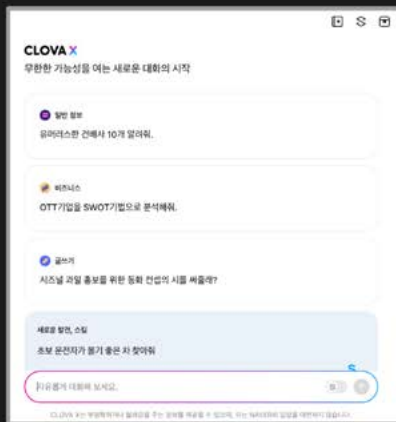
2025 ICT 산업 전망 컨퍼런스
생성형 AI 기술 트렌드와 서비스 확산 방안

2024. 11. 15

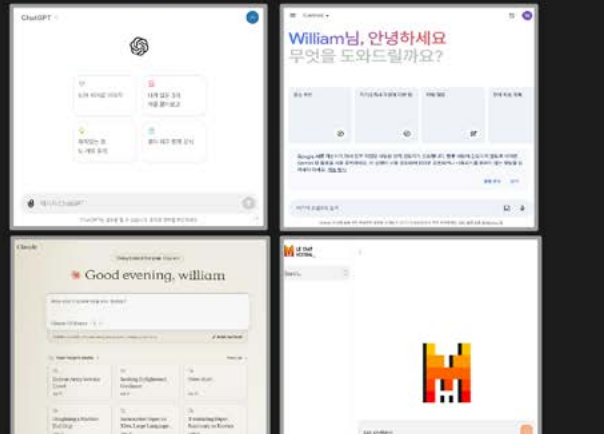
NAVER Cloud 정주환 에반젤리스트 (AI Tech Success)

생성형 AI 동향

Text for Chat bot



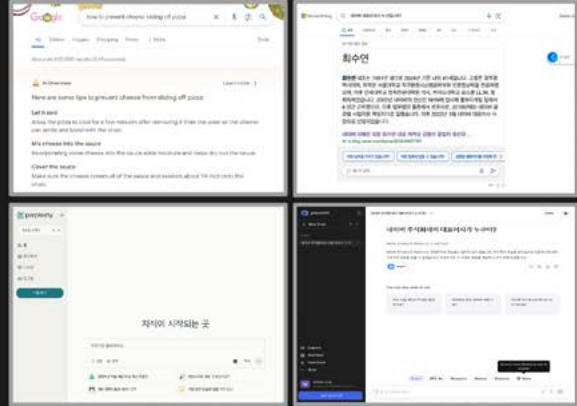
Multi-Modality for Chat bot



Text for Search



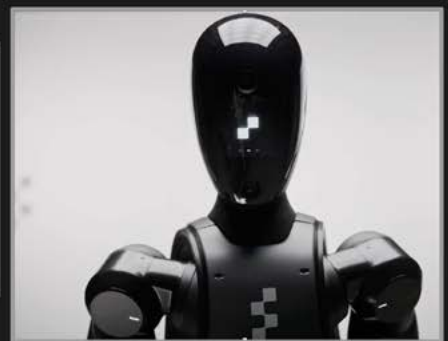
Multi-Modality for Search



Multi-modality of Gen AI



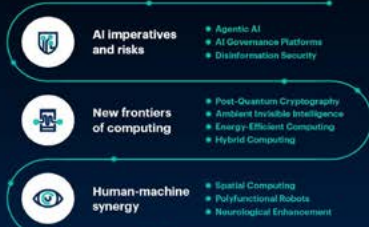
Devices with Gen AI



출처: Google, Apple, Figure

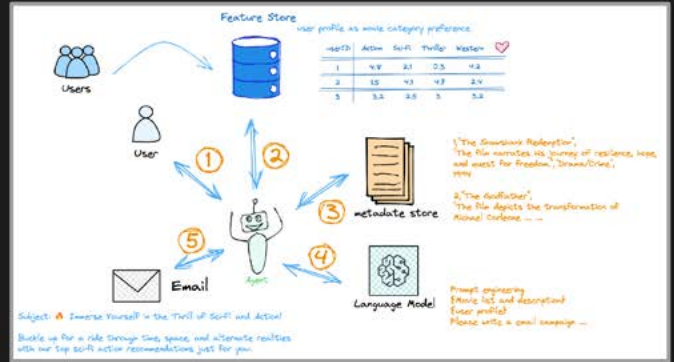
Agent with Gen AI

2025 Top 10 Strategic Technology Trends



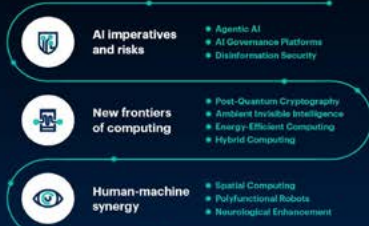
Gartner.

출처: Gartner, AWS, Cognation, Anthropic, Salesforce, MS



Agent with Gen AI

2025 Top 10 Strategic Technology Trends



Gartner.

출처: Gartner, AWS, Cognation, Anthropic, Salesforce, MS

Computer use for automating operations
Claude

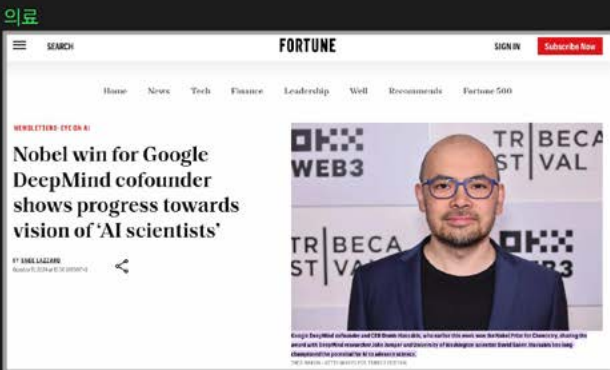
Agentforce

Copilot Studio
Autonomous Agents

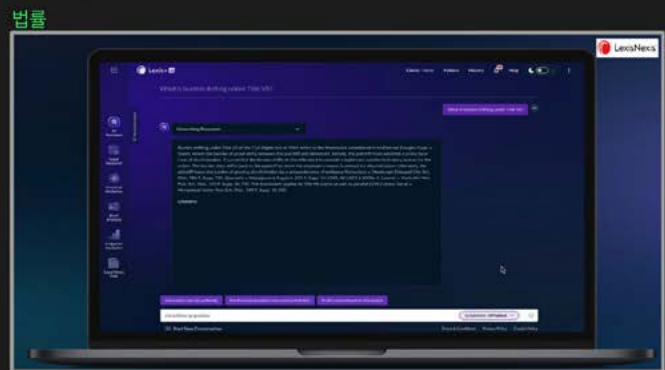
Microsoft AI Tour event highlights
Microsoft AI User

LinkedIn launches its first AI agent to take on the role of job recruiters

Industrial with Gen AI



출처: Fortune, Lexis Nexis



다양한 산업 분야로의 확대가 될 것으로 ...

Data for Gen AI

Eight US newspapers sue OpenAI and Microsoft for copyright infringement

The Chicago Tribune, Denver Post and others file suit saying the tech companies 'purloin millions' of articles without permission

Scarlett Johansson's OpenAI clash is just the start of legal wrangles over artificial intelligence

Hollywood star's claim ChatGPT update used an imitation of her voice highlights tensions over rapidly accelerating technology

출처: The Guardian

Data for Gen AI

요건	주요 내용
목적의 정당성	<ul style="list-style-type: none"> 개인정보처리자의 정당한 이익의 존재 공정한 개인정보 처리를 통해 개발하려는 AI의 목적 용도를 구체화하여 정당한 이익을 명확화 예) 의료진단보조, 신약개발, 엑스선 영상 분석 번역 등을 수행하는 LLM 등
처리의 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 공개인 개인정보 수집 이용의 필요성과 상당성·합리성이 인정될 것 예) 의료진단보조 AI 개발시 개인의 소극 개선 등 관련없는 정보는 학습 제외
구체적 이익항량	<ul style="list-style-type: none"> 개인정보처리자의 정당한 이익이 정보주체 권리에 양해의 우선 '명백성' 요건 충족을 위해 (a) 정보주체 권익침해 방지를 위한 안전성 확보조치 및 (b) 정보주체 관리보장 방안 마련 시행을 통해 개인정보처리자 이익이 우선하도록 조치 예) 상세내용 후술

개인정보보호법 제15조에 따른 '정당한 이익' 조항이 적용되기 위한 요건, 개인정보보호위원회의 기준

목적	인공지능 개발-서비스 제공을 위해 필요한 공적 이익의 추구
필요성	인공지능개발서비스 제공
정당성	공공성, 이익성
구체적 이익항량	<ul style="list-style-type: none"> 인공지능개발서비스 제공을 위해 필요한 공적 이익의 추구 인공지능개발서비스 제공을 위해 필요한 공적 이익의 추구 인공지능개발서비스 제공을 위해 필요한 공적 이익의 추구 인공지능개발서비스 제공을 위해 필요한 공적 이익의 추구

기술적 안전조치

- 역설사의 수동 중지 및 복구
 - 개인정보 등 노출 방지
 - 개인정보의 안전한 저장 관리
 - 이해당사자를 통한 안전성 평가
 - 공공성 등 중요 법적 적용
 - 특수 용역에서 특히 주의 사항
- 역설사에게 피드백 전달
 - 개인정보 영향평가 수행
 - 서비스 운영에서 피드백 수집 활용
 - 오픈소스, AI 기술 시 개발 세부 준수에 대한 안전성
- 공개인 개인정보 수집 이용의 필요성과 상당성 확보
 - 개인정보처리자 정보 관리
 - 서비스 서비스 제공 시 개인정보 보호 수준을 높인다
 - 개인 정보의 등 관리에 근거를 마련
 - 보안성 향상을 위한 안전성 조치가 필요

출처: 개인정보보호위원회

AI accelerator for Gen AI

AI 서비스 업체들은 모두 자체 반도체 생산을..

Nvidia dominates the AI chip market, but there's more competition than ever

Nvidia's AI accelerators have between 70% and 95% of the market share for artificial intelligence chips. But there's more competition than...

Jun 2, 2024

Google unveils Arm-based data center processor, new AI chip

Microsoft offers cloud customers AMD alternative to Nvidia AI processors

Intel battles AMD with new data center chips

Meta debuts new generation of AI chip

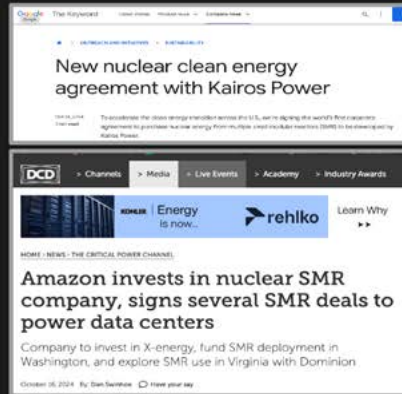
Amazon racing to develop AI chips cheaper, faster than Nvidia's, executives say

Exclusive: OpenAI builds first chip with Broadcom and TSMC, scales back foundry ambition

출처: Reuters, CNBC

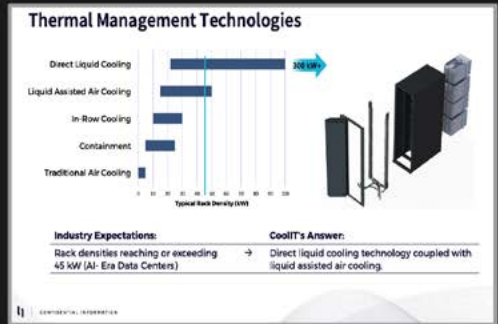
AI Power for Gen AI

AI 서비스 업체들은
원활한 전력 사용을 위하여
원자력을...



출처: Barron's, Forbes, Google, DCD

Carbon Emission & Liquid Cooling for Gen AI



출처: BBC, CNBC, DCD, NVIDIA

AI 발전이 탄소배출 증가와 더 많은 냉각 전력 사용을...

AI Safety for Gen AI



출처: X.com

출처: OpenAI

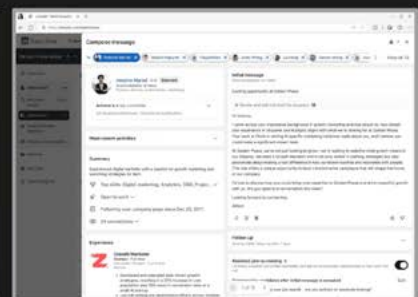
AI Governance for Gen AI



출처: IISD, UN, 아주경제

미래 트렌드 전망

고도화된 AI 서비스



AlphaSense 투자 기회를 탐색/경쟁사를 평가하는 금융전문 AI

AI 서비스 업체들은 모두 자체 반도체 생산을.

LinkedIn 채용 담당자와 구직자의 정보를 빠른 정보 탐색 및 인터랙션

출처: Alpha sense, Salesforce, LinkedIn

생성형 시로 인한 창작의 한계 돌파



촬영: Mid Journey, SUNO

Prompt : A traditional Korean pansori actress is singing Chunhyangga on stage, and a drumbeat is next to her. The audience of more than 1,000 people was all full.

Prompt : 훈양가 가사 "이리 오너러 업고 놀자, ...잇속을 보자 아메도 내 사랑야"

Style Prompt : Korean traditional song, pansori Style, women

그림을 못 그리는 나도... 노래를 못하는 나도... AI 도움으로



멀티 모달리티에 대한 자유로운 데이터 처리 및 의사결정



멀티 모달리티는 더욱 친숙한 일상에 도움을..

촬영: CLOVA X

교통/물류/국방 등의 다분야 활용

Carrier onboarding	Rate procurement	Order consumption	Load planning and optimization	Execution and visibility	Freight settlement	Freight audit	Reporting
Define risk and safety profiles	Define rate structures to support business segments	Integrate with order sources	Develop order pool and planning horizon	Integrate carrier messaging with APIs and events	Develop match-pay for freight voucher creation	Integrate with general ledger for freight accrual	Develop operational queries and reports
Develop standardized process	Develop procurement processes	Define business rules and parameters	Develop planning process, workflow, and tuning	Integrate with telematics (where applicable)	Integrate with financial systems	Develop audit process (integrate freight invoicing)	Develop management reports
Digitalization and automation of onboarding activities	Develop and implement procurement systems/tools	Harmonize Transport Management System with triggering events	Determine operational guidelines and objectives	Configure application for event registrants	Integrate with bank		Develop and publish to topics for strategic reports

Deloitte perspective

Gen AI potential

Current Gen AI/automation impact

High Medium to Low

출처: Deloitte, AI's impact on supply chain logistics, 2024년03월27일

출처: 백악관, 2024년10월30일

생성형 시로 악용되는 사이버 공격에 대한 위협과 기술 강화



WormGPT 악용되는 사례

- 피싱 이메일을 자동으로 생성
- 기업용 이메일 공격(BEC)
- 악성코드(멀웨어) 생성

→ 사이버 범죄에 대한 진입장벽을 낮춤

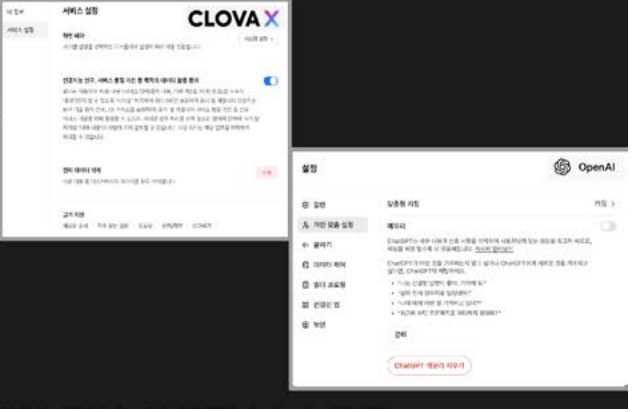
생성형 시로 악용되는 개인정보 침해에 대한 위협과 기술 강화

OWASP Top 10 for LLM Application

- 프롬프트 인젝션
 - 악의적인 입력을 통해서 복제를 벗어난 답변을 유도
 - 취약점 발생 지점에 따른 Injection
 - 불안정한 출력 처리
 - 출력에 대한 유용성 검증
 - 출력 검증 없이 사용되면 XSS, SSRF, RCE 등 취약점
 - 학습 데이터 오염
 - 학습된 데이터를 조작하여 복도어/편견을 주어 모델에 벗어난 답변을 유도
 - 모델 서비스 거부
 - LLM 과부하를 일으켜 서비스 장애를 유발하는 것
 - 공급망 취약점
 - 개발 과정에서 취약한 구성요소를 사용하여 발생하는 취약점
 - 검증되지 않는 모델이나 외부 데이터셋 사용
- 출처: OWASP.org

<p>LLM01: Prompt Injection This makes a large language model (LLM) through its prompts, causing unintended actions for the LLM. Direct injection can be used to bypass guardrails, while indirect injection can be used to bypass guardrails.</p>	<p>LLM02: Sensitive Information Disclosure LLMs may inadvertently reveal confidential data in their responses, leading to unauthorized access, identity theft, and security breaches. It is crucial to implement data protection and access control policies to mitigate this.</p>
<p>LLM03: Insecure Output Handling This vulnerability occurs when an LLM outputs its generated content without proper sanitization, potentially leading to XSS, SSRF, RCE, or other malicious actions.</p>	<p>LLM04: Insecure Plugin Design LLMs often interact with external plugins and third-party services. If these plugins are not properly vetted or secured, they can become a vector for attacks, leading to data breaches or system compromise.</p>
<p>LLM05: Training Data Poisoning This occurs when LLM training data is manipulated, introducing misinformation or biases that compromise the model's accuracy, reliability, and security.</p>	<p>LLM06: Excessive Agency LLMs may exhibit excessive autonomy, leading to unintended consequences. This occurs when the model's actions are not properly constrained or monitored, potentially leading to data breaches or system compromise.</p>
<p>LLM07: Model Denial of Service This occurs when LLMs are overloaded with requests, leading to service degradation or high costs. The multiplicity of requests can lead to the resource exhaustion of LLMs and associated infrastructure.</p>	<p>LLM08: Overreliance Overreliance on LLMs for critical tasks without proper oversight may lead to operational, reputational, legal, financial, and security vulnerabilities due to incorrect or incomplete output generated by LLMs.</p>
<p>LLM09: Supply Chain Vulnerabilities LLM applications often depend on third-party components or services, leading to security issues. Being dependent on external services, open source models, and plugins can add vulnerabilities.</p>	<p>LLM10: Model Theft This involves unauthorized access, cloning, or theft of proprietary LLM models. The project includes identifying risks, implementing robust security, and ensuring access to sensitive information.</p>

- 민감정보 노출
 - 훈련 데이터 혹은 Vector DB의 정보에 접근하여 민감 정보 유출
- 안전하지 않은 프로그래밍 설계
 - 외부 API를 연결하여, action을 수행할 수 있는데 설계 취약점이 있을 경우 문제를 야기할 수 있음
- 과도한 데이터 전사
 - 학습하지 않는 기능(형식론), 권한, 응용 프로그램, 에이전시 역할
- 과도한 의존
 - 생산할 콘텐츠에 과도하게 의존
 - 강박이나 검증없이 정보를 신뢰하여 피해
- 모델 탈취
 - LLM 모델에 무단 접근, 복사, 유출
 - LLM 모델 유출에 대한 손실, 민감정보유출



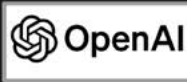
생태계 확산 방안 & 제언

생성형 AI가 만들어낸 업무혁신의 변화

The image shows three news articles from Forbes, NBER, and NewsBytes. Forbes reports that AI could displace more than 50% of banking jobs. NBER's 'The Reporter' highlights a 14% productivity increase from generative AI. NewsBytes discusses AI leadership gaining traction and the potential to replace CEOs.

출처: Forbes, National Bureau of Economic Research, NewsBytes

생성형 AI에 대한 비용과 투자



2024년 3분기
\$7B(9.7조)
데이터센터에 투자

2028년까지
\$100B(138조)
데이터센터에 투자

\$7.8B(10.7조)
데이터센터에 투자

MLPerf Inference v4.1 Performance Benchmarks

Offline Scenario, Closed Division

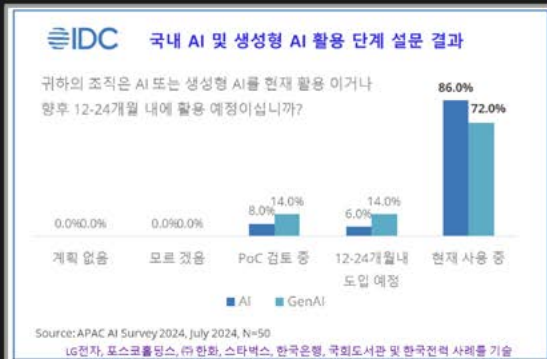
Network	Throughput	GPU	Server	GPU Version	Target Accuracy	Dataset
General 7B	11,074 Tokens/Sec	4x NVIDIA	NVIDIA B200	NVIDIA B200-90W 1000W	model=44.4312, target=42.2072, range=42.6167	OpenOrca
31.99B	31.99B Tokens/Sec	8x NVIDIA	NVIDIA H100	NVIDIA H100-SXM 800W 1.153kW	model=44.4312, target=42.2072, range=42.6162	OpenOrca
214.32B	214.32B Tokens/Sec	8x NVIDIA	NVIDIA DGX H100	NVIDIA H100-SXM 800W	model=44.4312, target=42.2072, range=42.6162	OpenOrca
4096B	4096B Tokens/Sec	32x NVIDIA	NVIDIA DGX H100 2x2 Platform	NVIDIA D1000 Grace Superchip 1440W	model=44.4312, target=42.2072, range=42.6162	OpenOrca
MetaMix 7B	76.136 Tokens/Sec	8x NVIDIA	DIGITALYT 2185X S01	NVIDIA H100-SXM 800W 1.153kW	model=44.4312, target=42.2072, range=42.6162	OpenOrca, LLaMA, MBP
52.81B	52.81B Tokens/Sec	8x NVIDIA	DGX H100	NVIDIA H100-SXM 800W	model=44.4312, target=42.2072, range=42.6162	OpenOrca, LLaMA, MBP
80B	80B Tokens/Sec	32x NVIDIA	DGX H100 2x2 Platform	NVIDIA D1000 Grace Superchip 1440W	model=44.4312, target=42.2072, range=42.6162	OpenOrca, LLaMA, MBP

- 70B LLM : 675,840 Token/Min - USD 40,000 (B200) • 1분에 45만 글자(한글)이 출력할 때, 기본 인프라 비용이 5.5천만원
- 7B SLM : 3,169,080 Token/Min - USD 320,000 (H100) • 1분에 약 3백만 글자(한글)이 출력할 때, 기본 인프라 비용이 4.4억원

뉴스 기사 - 보통 1천 글자

출처: Data Center Dynamics, CRN, LINGTO, NVIDIA

생성형 AI에 대한 기업의 전략 수립 방향성



출처: 한국 IDC, 국내 생성형 AI 업무 적용 사례 연구 발표, 2024년 10월 02일

1. AI 컨트롤 타워 구축 (Risk, ROI, Use Cases)
2. 완전히 새로운 미래 사업과 운영 모델 구상 (수익 기여도, 팀의 역할 변화)
3. AI에 대한 규제와 보안에 대한 대비책 마련 (사유권, 개인정보, 데이터 규정)
4. AI 인프라와 인적 자원에 대한 집중 투자 (오픈소스, GPU, 인력)
5. 제후 생태계 구축 확대 (제후, 환경-데이터, 산업지식)

출처: EY, 성공적인 생성형 AI 도입을 위한 5가지 이니셔티브, 2024년 09월 30일

서비스 확산을 위한 제언

개인



활용을 위한 시도

AI
리터러시

기술+전문
분야의 융합

기업



SI 사업 X
지속적인 개선

데이터
중심

클라우드

AI 를 잘 사용하는 능력을 키워야 합니다.

20
25 | ICT
산업전망컨퍼런스
Industry Outlook Conference

생성형 AI II (인공지능 신뢰성) (Generative AI II)

딥페이크 범죄인가, 혁신인가

- 이정수 사업총괄이사 (딥브레인 AI)





발표자료 미공개

MEMO

A series of horizontal dotted lines providing space for writing a memo.

생성형 AI II (인공지능 신뢰성) (Generative AI II)

의료 AI 세대 변화와 신뢰성 확보 방안:
정확도, 임상적 유용성, 그리고 설명 가능성
- 박상민 대표 (자이메드(주))





의료 AI 세대 변화와 신뢰성 확보 방안:

정확도, 임상적 유용성, 그리고 설명 가능성

박상민 MD, MPH, PhD

CEO, XAIMED

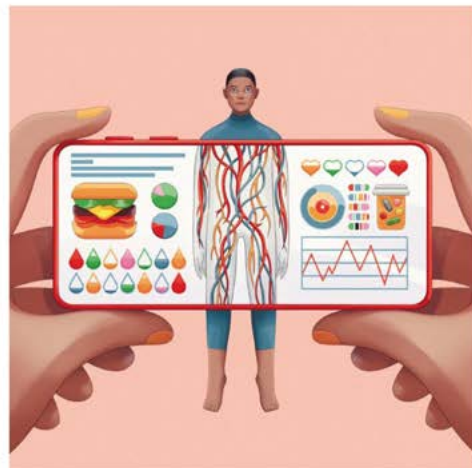
Professor, Health System Data Science Lab/ Department Family Medicine
Seoul National University College of Medicine, Korea

Innovating Medicine with eXplainable AI

2024.11

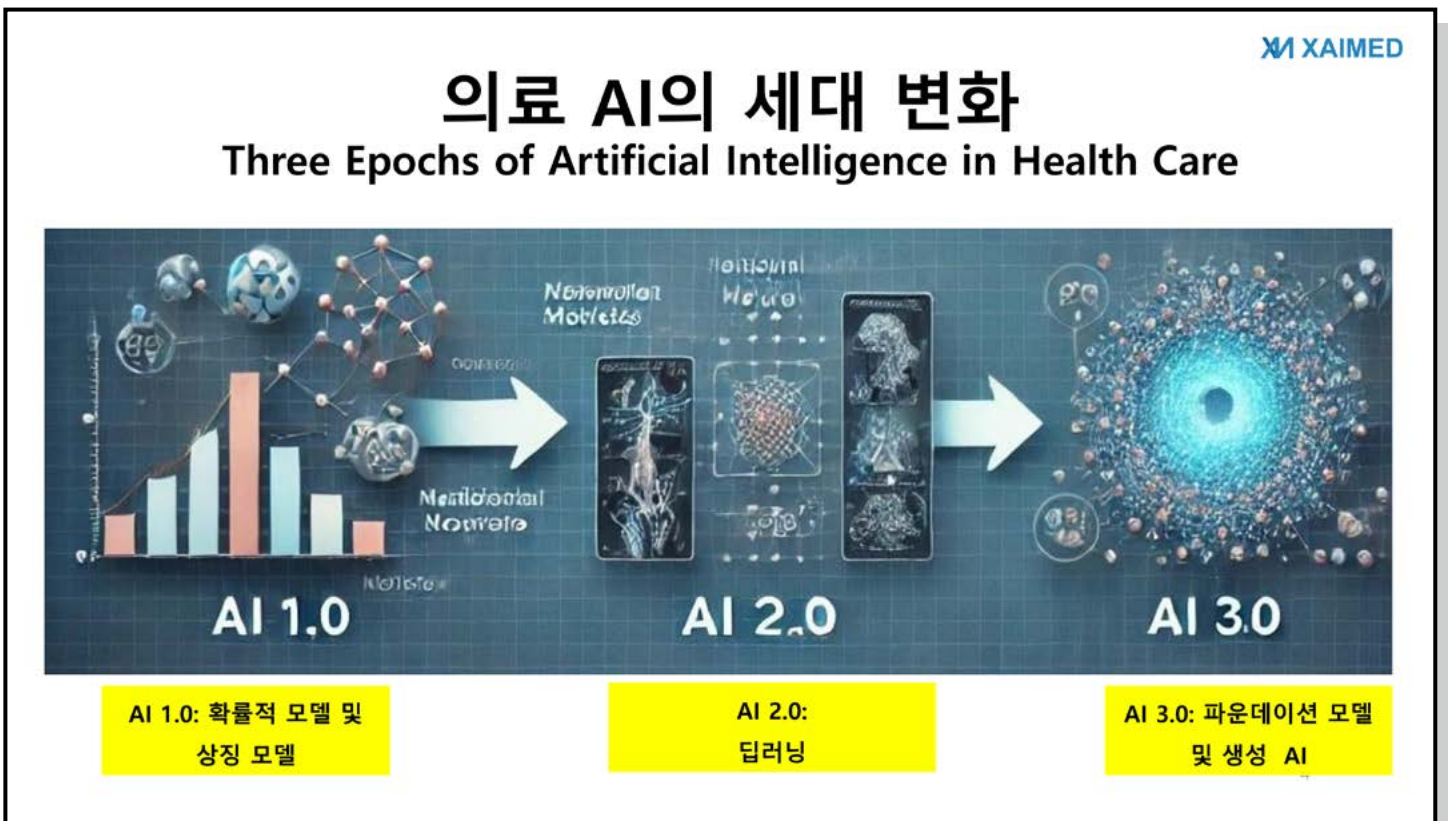
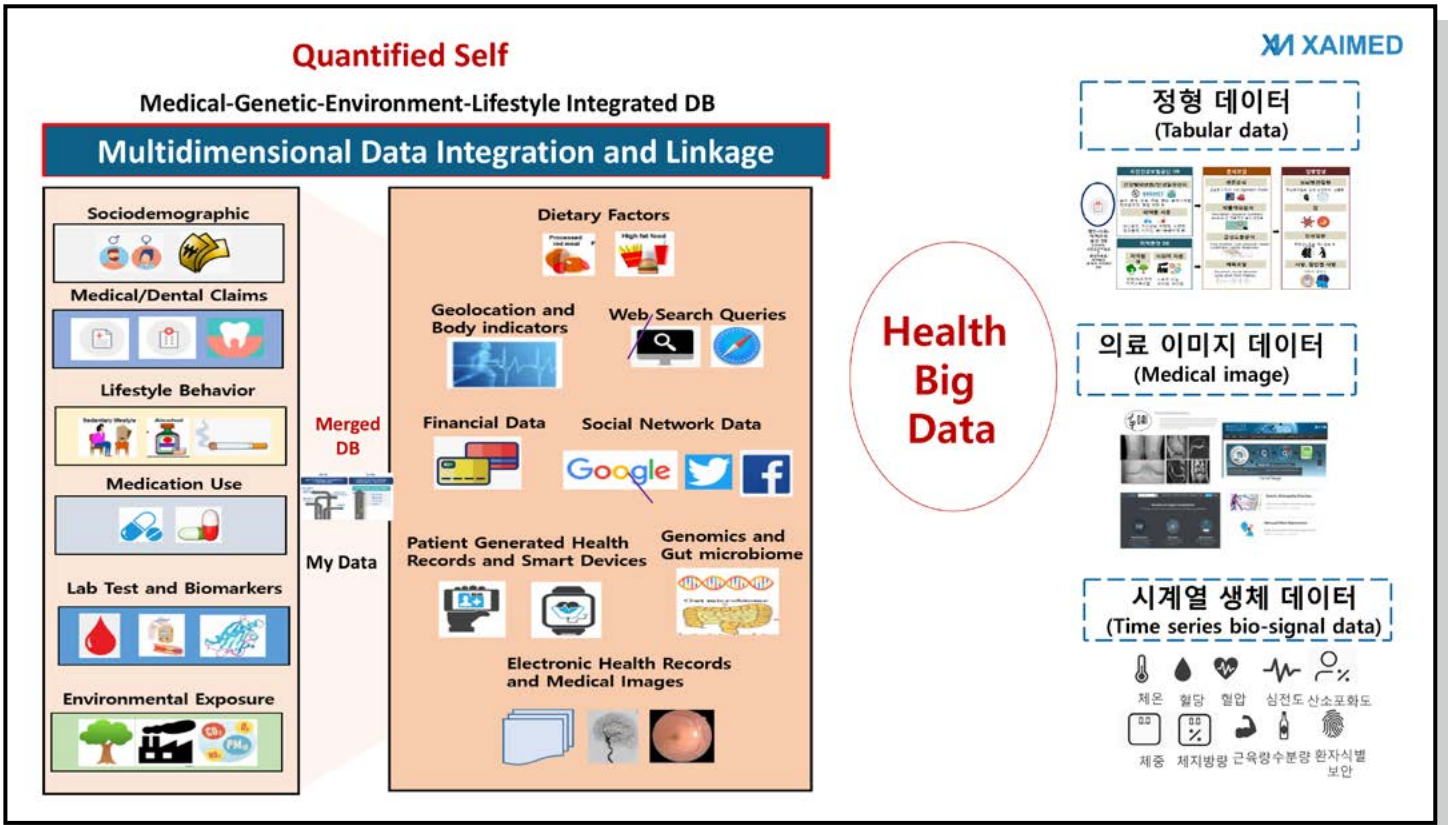


Quantified Self: 숫자를 통한 자기이해, Self-tracking



-자동 센서 : 심박수, 혈압, 체온, 움직임, 수면 프로파일 데이터 등
-앱 : 심적 상태, 이동, 취향, 기분

=> 전체 삶의 기록화: 빈틈없는 삶의 기록화
데이터의 품질은 의식이 덜 포함될 수록 좋다.



의료 AI의 세대 변화 (1) : Transparent Model

XI XAIMED

Three Epochs of Artificial Intelligence in Health Care

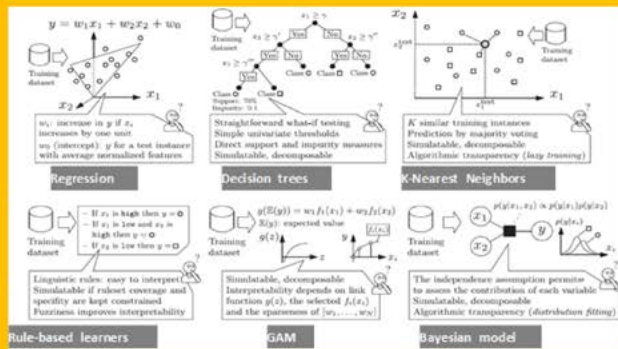
AI 1.0: 확률적 모델 및 상징 모델 (전문가 시스템)

AI 1.0: Symbolic AI and Probabilistic Models

1) Symbolic AI : rules, or decision trees - IBM's Deep Blue, INTERNIST-I, Electronically implemented clinical pathways

2) Probabilistic modeling: traditional regression and then bayesian networks, which allowed both expert knowledge and empirical data to contribute to reasoning systems

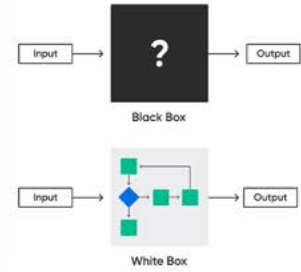
Transparent Models



블랙박스 모델

VS

화이트박스 모델



Howell MD, et al. JAMA 331.3 (2024): 242-244.

정형 데이터 (Tabular data)



Conventional Statistics & Transparent machine learning model

의료 이미지 데이터 (Medical image)



(eXplainable) Artificial Intelligence

건강 빅데이터 Health Big Data

빅데이터 기반 약물 안전성 평가

Active Surveillance System for pharco-vigilance using Health Big Database

Passive Surveillance System

Active Surveillance System



콜린알포세레이트 복용↑ => 뇌졸중 발생 위험↑

XAIMED



집중 심사·삭감 예고된
콜린알포세레이트, 연간 처방
액수만 4257억원

50세 이상 성인 12,008,977명을 10년간 추적·관찰

논문에도 처방량 급증...복지부·삭약자·공단·심평원 모두 사후관리·환수 추진 의지 밝혀

콜린알포세레이트를 복용한 사람은 복용하지 않은 사람보다 뇌졸중,
뇌경색, 뇌출혈 발생 위험이 각각 43%, 34%, 37% 높음.

뇌 영양제가 되려 뇌졸중 발생 위험 높인다구요?

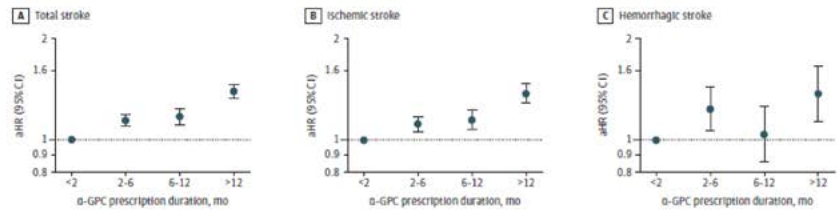
'뇌 영양제'라고 소문난 약제, 콜린알포세레이트 복용 연구
"무분별한 처방·과복용 줄어야"

김철중 의학전문기자
입력 2021.12.15 21:36



/일러스트=김도원 화백

Figure. Adjusted Hazard Ratios (aHRs) for Stroke According to L-α-Glycerylphosphorylcholine (α-GPC) Duration of Prescriptions



A, Total stroke ($P < .001$). B, Ischemic stroke ($P < .001$). C, Hemorrhagic stroke ($P = .002$). The aHRs were calculated by Cox proportional hazards regression after adjustments for age, sex, household income, and Charlson Comorbidity Index score. Error bars indicate 95% CIs; dashed lines, reference values of 1.0.

Lee G, et al. JAMA Netw Open. 2021;4(11)

7

미세먼지 심한 지역에서 운동량 늘리면 심혈관건강에는 어떤 영향을 줄까?

XAIMED

More Exercise, Better cardiac health.

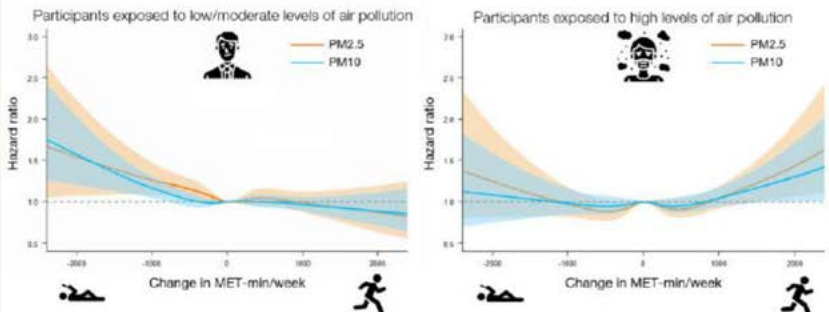
Poorer air quality, Poorer cardiac health



미세먼지가 심할 때 운동량을 줄이기 보다는 평소와 같은 운동량을 유지하는 것이 더 좋다. 사진출처=게티이미지뱅크

Graphical Abstract

Combined effects of air pollution and changes in physical activity on subsequent CVD risk in young adults



Combined effects of air pollution and changes in physical activity with cardiovascular disease in young adults.

Kim SR, Park SM et al. Euro Heart J (2021)

ESC Association of the combined effects of air pollution and changes in physical activity with cardiovascular disease in young adults

의료 AI의 세대 변화 (1) : Transparent Model

XAI XAIMED

Three Epochs of Artificial Intelligence in Health Care

AI 1.0: 확률적 모델 및

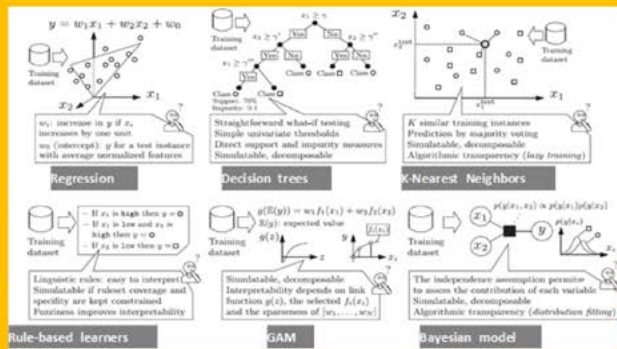
상징 모델 (전문가 시스템)

AI 1.0: Symbolic AI and Probabilistic Models

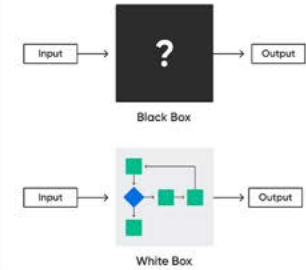
1) Symbolic AI : rules, or decision trees - IBM's Deep Blue, INTERNIST-I, Electronically implemented clinical pathways

2) Probabilistic modeling: traditional regression and then bayesian networks, which allowed both expert knowledge and empirical data to contribute to reasoning systems

Transparent Models



블랙박스 모델



VS

화이트박스 모델

한계: 복잡한 임상 데이터, 이미지, 생체신호, 자유 텍스트 처리 능력 제한

Howell MD, et al. JAMA 331.3 (2024): 242-244.

의료 AI의 세대 변화 (2) : 딥러닝

XAI XAIMED

Three Epochs of Artificial Intelligence in Health Care



존 홀월드 미국 프린스턴대 교수와 제프리 힌튼 캐나다 토론토대 교수

여러 층의 인공 신경망

- 지도 학습: 레이블이 지정된 데이터를 사용해 모델을 훈련.
- 비지도 학습: 레이블 없이 데이터를 분석해 내재된 패턴을 발견
- 강화 학습은 주어진 환경에서 최적의 행동을 학습

전문가 수준 또는 뛰어넘는 정확도 달성

AI 2.0: 딥러닝

AI 2.0: The Era of Deep Learning

Task-specific AI

의료 이미지 데이터 (Medical image)

방사선 사진, CT, MRI, 병리학적 이미지 등



- 대규모 의료 데이터 학습
- 의료 이미지 분석의 정확도 향상
- 자기 학습 능력 및 다양한 학습 방법



현재 사용되는 대부분 의료 AI의 아키텍처 토대

Howell MD, et al. JAMA 331.3 (2024): 242-244.

의료 AI의 세대 변화 (2) : 딥러닝 활용 안저 기반 AI 사례 Three Epochs of Artificial Intelligence in Health Care

2016년
 당뇨병증
 망막병증

JAMA | Original Investigation | INNOVATIONS IN HEALTH CARE DELIVERY
Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs
 Varun Gulati, PhD; Lily Peng, MD, PhD; Marc Corani, PhD; Martin C. Stampel, PhD; Derek Wu, BS; Anurachalam Narayanasamy, PhD; Subhasini Vairappan, MS; Kavon Washor, MS; Tom Madams, MEd; Jorge Cuadros, OD, PhD; Ramasamy Kim, OD, ONB; Rajiv Ramani, MS, ONB; Philip C. Nelson, BS; Jessica L. Moga, MD, MPH; Dale R. Webster, PhD

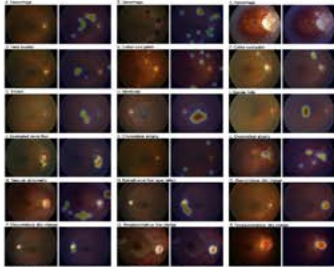
AI의 강점: 전문가도 놓치는 숨겨진 패턴 찾기

우연을 혁신으로, AI가 발견하는 새로운 디지털 바이오마커:

기회진단 AI 솔루션

다양한 안과 질환

Development and Validation of Deep Learning Models for Screening Multiple Abnormal Findings in Retinal Fundus Images
 James Lee, MD, PhD; Jun Kyung Lee, MD, PhD; Hyeon Dong Kim, MD, MS; Eun-Pyeong Jeong, PhD; Eun-Hyang Kim, MD, PhD; Jung-Soo Park, MD, PhD



만성신질환

A deep learning algorithm to detect chronic kidney disease from retinal photographs in community-based populations

민열

ARTICLES
 Detection of anaemia from retinal fundus images via deep learning

기회진단 AI : 숨겨진 패턴 찾기

Association of Cardiovascular Mortality and Deep Learning-Funduscopy Atherosclerosis Score derived from Retinal Fundus Images

JOOYOUNG CHANG, AHRYOUNG KO, SANG MIN PARK, SEULGEE CHOI, KYUWOONG KIM, SUNG MIN KIM, JAE MOON YUN, UKKANG, IL BYUNG SHIN, JOO YOUNG SHIN, TAIHOON KO, JINHO LEE, BARKOOK OH, AND KI HO PARK

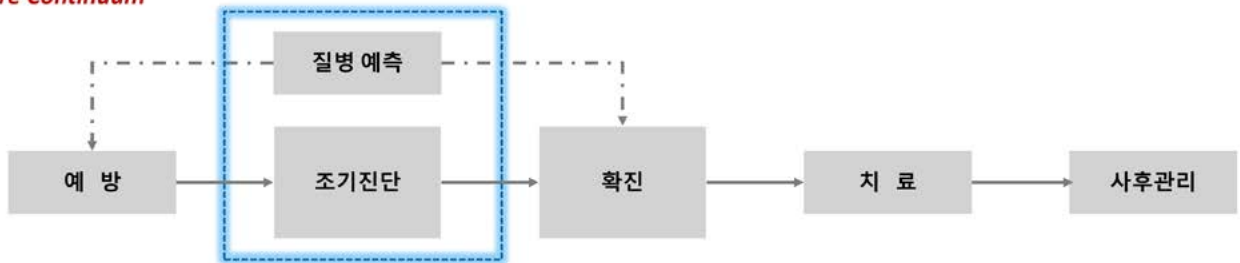
동맥경화

11

기회진단 AI를 통한 새로운 디지털 바이오마커 개발

무증상 조기 진단 영역 및 질병 예측 영역에서 새로운 시장 개척

Care Continuum



기회진단 AI 솔루션

심혈관질환 기회진단 AI 솔루션

- 1) 안저 동맥경화 AI 솔루션 : 식약처 인허가 3등급
- 2) X-ray 동맥경화 AI 솔루션 (개발 중)
- 3) 복부 CT 기반 동맥경화 AI 솔루션 (개발 중)



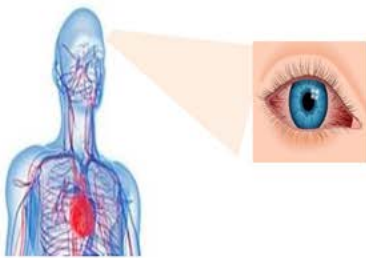
12

우연을 혁신으로, 기회진단 AI와 새로운 바이오마커

XI XAIMED

동맥경화 안저 AI 솔루션 (자이메드)

간편한 눈 사진(안저검사)로 동맥경화를 진단하는 AI 솔루션



한국 식약처 인증 취득 (24년 7월)
미국 FDA 인허가 추진

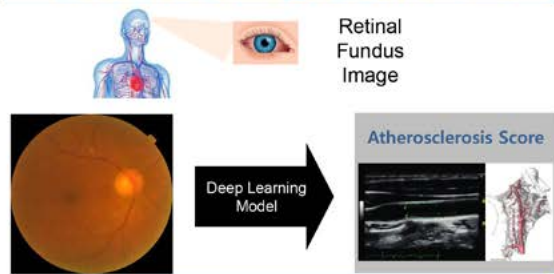
13

우연을 혁신으로, 기회진단 AI와 새로운 바이오마커

XI XAIMED

안저 사진으로 경동맥경화와 관상동맥경화에 대한 AI 판정 동시 제공

동맥경화 안저 AI 솔루션 (자이메드)



Opportunistic Learning
기존 검사 영상을 활용한 새로운 바이오마커 개발

통계청 자료 연계
심혈관질환 사망 예측 검증

AMERICAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY

협력기관 10만명 대상 실증 임상 & 식약처 의료기기 허가 완료

- 고위험군 대상 경동맥초음파 or Cardiac CT 검사 연계 강화



MFDS (FDA equivalent)
Approval 2024



- 식약처 품목허가 완료 (24.07)
- 실증임상시험 완료
- 시장 선진입을 위한 신의료기술평가 유예 심사 중 (인정비급여 처방 가능)

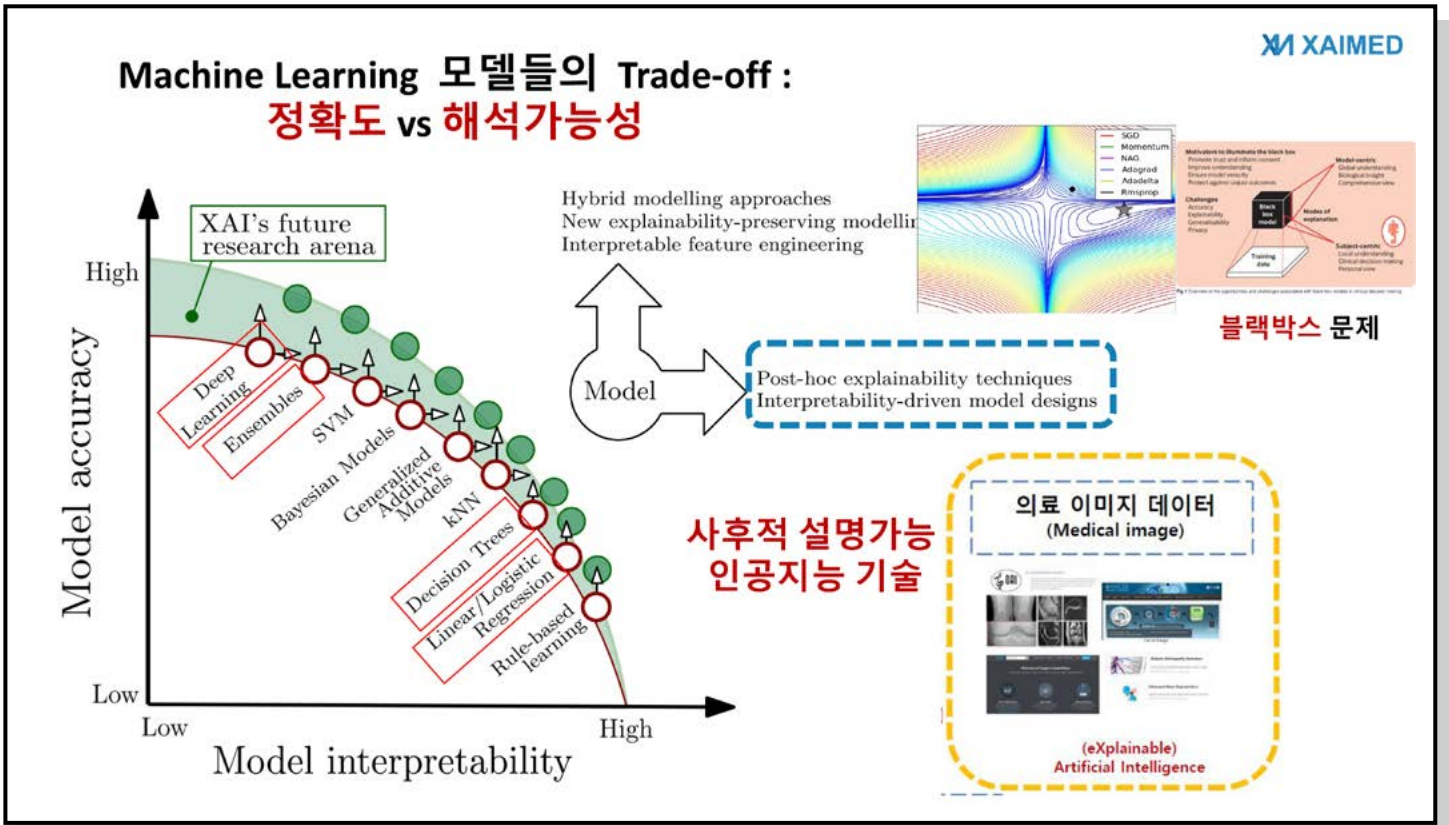
동맥경화 및 심혈관질환 위험 리포트

의료기관 및 검진센터용 솔루션

추가 정밀 검진 필요한 고위험군 선별 활용



특허 등록 (10-2414394) 안저영상을 이용한 혈관질환 예측지능방법 및 지능장치, 이를 포함하는 시스템



AI와 사람 연결하는 XAI

의료 인공지능의 블랙박스를 여는 설명 가능 AI

Pigeons (*Columba livia*) as Trainable Observers and Radiology Breast Cancer Images

전문 의료진도 어떤 이유로 진단했는지 이해할 수 없는 의료인공지능을 믿을 수 있을까요?

AI의 블랙박스 문제

인간이 이해할 수 없는 지식표현

↓

AI와 사람 연결하는 설명가능인공지능 (eXplainable AI)

인공지능이 의료영상 판독을 잘하는게 놀랍다고

• 마약탐지견이 90% 수준 민감/특이도로 소변변새로 전립

전 세계 의료진 AI 신뢰율 43% 수준...경력 많을수록 더 낮아

이민복 기자 | 발행일: 2023-06-12 12:31:01 | 업데이트: 2023-06-12 12:35:47

GE헬스케어, 8개국 2000명 의료진+5500명 환자 설문 AI에 대한 낮은 신뢰, 의료진 번아웃 등 공통 문제 대두

[메디칼타임즈=이민복 기자] 의료 인공지능이 급속도로 발전하며 속속 임상 현장에 보급되고 있지만 의료진들의 신뢰는 여전히 부족한 것으로 나타났다.

의료가가시 > 마케팅유통

eu

Olfactory Detection of Prostate Cancer: A Step Forward in Early Diagnosis

Cancers: Colorectal Cancer

Sensitivity, %

Specificity, %

91

좋은 의료 AI의 3가지 요건

1)정확도 + 2)설명 가능성 + 3)임상적 유용성

블랙박스를 여는 XAI 기술 => 신뢰성 확보의 기본 요건

2022 신뢰할 수 있는 인공지능 개발 안내서(안)

요구사항 08 인공지능 모델 명세 및 출력 결과에 대한 설명 제공

인공지능 모델의 예측 결과는 의사 결정에 있어 중요한 역할을 담당한다. 또한, 시스템의 작동 방식을 알기 위해 이러한 예측은 다양한 방식으로 사용될 수 있다. 이러한 과정에서 인공지능 모델의 예측 결과는 의사 결정에 있어 중요한 역할을 담당한다. 이러한 과정에서 인공지능 모델의 예측 결과는 의사 결정에 있어 중요한 역할을 담당한다.

08-1 인공지능 모델의 명세 및 출력 결과에 대한 설명을 제공하는가? (Yes/No/NA) (0/1/2)
 * 인공지능 모델의 명세 및 출력 결과는 의사 결정에 있어 중요한 역할을 담당한다. 이러한 과정에서 인공지능 모델의 예측 결과는 의사 결정에 있어 중요한 역할을 담당한다. 이러한 과정에서 인공지능 모델의 예측 결과는 의사 결정에 있어 중요한 역할을 담당한다.

요구 인공지능 모델의 명세 및 출력 결과에 대한 설명을 제공하는가? (Yes/No/NA) (0/1/2)
 * 인공지능 모델의 명세 및 출력 결과는 의사 결정에 있어 중요한 역할을 담당한다. 이러한 과정에서 인공지능 모델의 예측 결과는 의사 결정에 있어 중요한 역할을 담당한다. 이러한 과정에서 인공지능 모델의 예측 결과는 의사 결정에 있어 중요한 역할을 담당한다.

구분	지표
모델 비특정적 설명 (Model-agnostic; 블랙박스에 대한 가늠적 추론 기반)	LIME 모델과 무관하게 입력과 출력으로 확인 가능 설명 단위가 그래프의 형태, 입력과 출력 (모델 출력이 되지 않을 때 비교적 유용한 방법) 인출 간헐적으로 설명할 뿐 인공지능 모델의 입력에 대립 모델 기반 방법론이 공유하는 장점, 이 대해 설명하지 않으므로 모델의 본질을 특정 설명에 대해 설명이 쉬워 실무 적용에 적합 설명할 수 없음
모델 종속적 설명 (Model-specific; 왜/어떻게에 대한 지식 기반)	LRP 직관적이며 은닉층 내부의 기여도를 확인할 수 기여도를 히트맵 형태로 표현하는 것 있어, 해당 은닉층이 무엇을 감지했는지 알아 오르는 신경망 모델이 학습한 추상적 개념을 알 수 있음
	Explorative sampling considering the generative boundaries of DGN 복잡한 생성 모델에 쓰인 격자의 성격을 각 격자 사이에 있는 샘플들을 통해 어음질적 가능 여러 샘플을 보고 판단하는 과정에서 모호한 변화의 이점 나누는 경계를 언어로 표현하기 어렵거나, 표현에도 예측 기반 설명의 특성상 불변자의 편향이 개입될 수 있음
	Rule extraction 신경망을 이해하기 쉬운 Decision Tree 순 신경망 모형을 축약하는 과정에서 모델의 정보를 누락할 수밖에 없음

인공지능 신뢰성 확보를 위한 기술적 요구사항과 윤리 요건 매칭 결과

요구사항	다양성 존중	책임성	안전성	투명성
요구사항 01 인공지능 시스템에 대한 위험관리 계획 및 수행		✓		✓
요구사항 02 데이터의 활용을 위한 상세 정보 제공		✓		✓
요구사항 03 데이터 강건성 확보를 위한 이상(Abnormal) 데이터 제거			✓	
요구사항 04 수집 및 가공된 학습 데이터의 편향 제거	✓	✓		✓
요구사항 05 오픈소스 라이브러리의 보안성 및 호환성 확보		✓	✓	
요구사항 06 인공지능 모델의 편향 제거	✓			
요구사항 07 인공지능 모델 공격에 대한 방어 대책 수립			✓	
요구사항 08 인공지능 모델 명세 및 출력 결과에 대한 설명 제공		✓		✓
요구사항 09 인공지능 모델 출력에 대한 신뢰도(Coherence value) 제공				✓
요구사항 10 인공지능 시스템 구현 시 발생 가능한 편향 제거	✓			
요구사항 11 인공지능 시스템의 안전 모드 구현		✓	✓	✓
요구사항 12 인공지능 시스템의 설명에 대한 사용자의 이해도 제고				✓
요구사항 13 인공지능 시스템의 추적가능성 확보			✓	✓
요구사항 14 서비스 제공 범위 및 상호작용 대상에 대한 설명 제공	✓			✓

AI와 사람을 연결하는 설명가능 인공지능 기술은 AI 의료기기 인허가 과정에도 중요합니다.

규제 및 식약처 인허가

미국FDA, 캐나다, 영국에서 AI 의료기기개발 가이드라인에 설명가능성을 포함



EU의 "right to explanations" (2018)

의사 결정 이유를 설명할 수 없는 AI 기술은 향후 의료, 군사 등 중요작업에는 사용하기 어려움

책임 가능 AI

7. Focus Is Placed on the Performance of the **Human-AI Team**: Where the model has a "human in the loop," human factors considerations and the human **interpretability of the model outputs** are addressed with emphasis on the performance of the Human-AI team, rather than just the performance of the model in isolation.



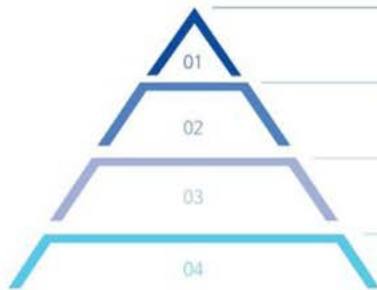
XAI => Responsible AI

19

미국, 유럽, 한국의 의료 AI 인허가와 설명 가능성

<그림> 「AI법」에서 정의한 4단계 위험 등급

- FDA는 AI 기반 D)에 대한 가()
- AI 시스템의 ()
- 총체적 제품 () 식을 통한 지()
- 위험 기반 접근()
 - 1등급: 저위험 기()
 - 2등급: 중간 위험 기기 (내주준 AI 의료기기)
 - 비교적 간소화된 510(k) 또는 De Novo 절차
 - 3등급: 고위험 기기 (생명 유지 필수)
- 시판 후 모니터링 체계 마련



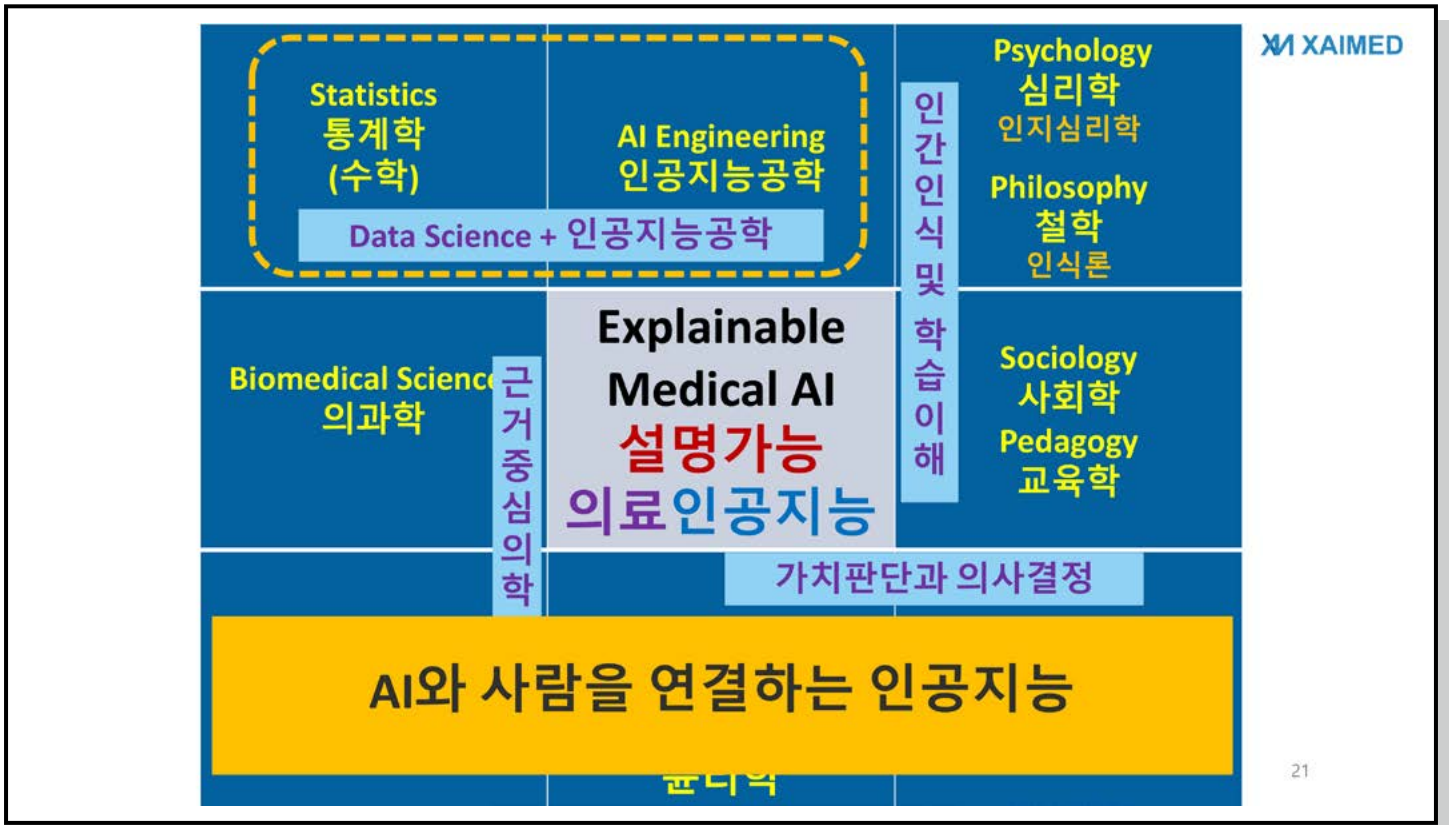
- 금지 대상 (unacceptable risk) AI
실시간 원격 생체인식 시스템, 생명·인증 등을 활용한 생체인식 분류 시스템, 소셜미디어·CCTV에서 무차별적 이미지 스크랩
- 고위험 (high risk) AI
건강, 안전, 기본권 및 환경에 상당한 위험이 있는 AI 시스템. 정치 캠페인에서 유권자에게 영향을 미치는 AI 시스템, 소셜미디어(사용자 4,500만 명 이상) 사용 추천 시스템
- 제한된 위험 (limited risk)을 갖는 AI
인간과 상호작용하는 시스템(챗봇과 같이 조작의 위험이 있는 경우), 콘텐츠를 생성하거나 조작하는(딥페이크) 시스템
- 최소 위험 (minimal risk) AI
시민의 권리나 안전에 영향이 거의 없는 기타 모든 AI 시스템 (예: AI 지원 비디오게임, 스텝 필터 등)

의료기기
(2020 가
방안)
연구 결과

- 2024년 유럽 AI법 발효: 의료 AI는 고 위험 AI 시스템에 포함되어 엄격한 기준 적용
- 데이터 관리, 알고리즘 투명성, 성능 모니터링 필수

- 사용자와 상호작용 시 결과의 이해 용이성 강조

20



XAI XAIMED

블랙박스를 여는 설명 가능 AI 기술: 대리 모델과 특성 중요도

대리 모델 (Surrogate Model)

Global Surrogate

```

    Dataset --> Black box model (training) --> Get prediction values
    Dataset --> Surrogate model (training) --> Get prediction values
    (Compare) --> Assess (compare)
        
```

Local Surrogate
Local Interpretable Model-agnostic Explanation (LIME)

어떤 영역이 개구리라고 판단하는 데 가장 중요했는지 찾는 것

특성 중요도 (Feature Importance)

순열중요도 (Permutation Importance)

특정 특성의 값을 무작위로 섞었을 때 모델의 성능이 얼마나 감소하는지를 측정

SHAP (SHapley Additive exPlanations)

세월리 값은 협동 게임에서 각 플레이어의 기여도를 측정하는 방법

SHAP에서는 각 특성을 플레이어로 보고 모델의 예측 결과에 대한 기여도를 계산

SHAP은 각 특성의 기여도를 명확하게 수치화하고 이를 시각적으로 표현

의료 영상 AI에서 사용되는 설명 가능 AI 기술: 중요도 맵 (Saliency Map)

중요도 맵: 딥러닝 모델이 어떤 부분을 보고 특정 결정을 내렸는지 시각적으로 보여주는 지도를 통칭

Gradient-weighted Class Activation Mapping (Grad-CAM):
CNN의 마지막 합성곱 층의 활성화 값과 특정 클래스에 대한 그래디언트를 결합하여 중요도 맵을 생성하는 방법



위치 정보 제공

안저 기반 빈혈 진단 AI의 중요도 맵 사례:
그래디언트 방식 및 입력 변화 기반 방식 등

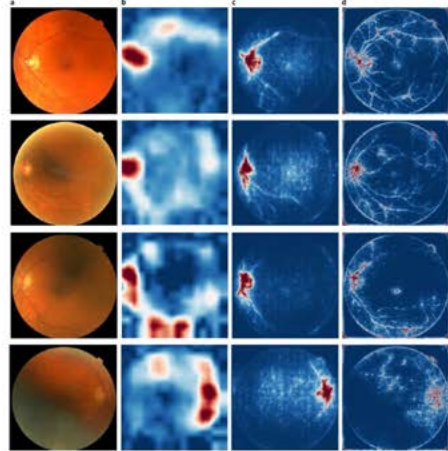


Fig. 5 | Examples applying different explanation techniques to generate saliency maps highlighting the regions the model focuses on when predicting anemia. a. The original fundus images. b. Explanation techniques were applied to each image to generate saliency maps in the same row. Saliency maps from Grad-CAM¹. b. Smooth Integrated Gradients² (IG) and Guided-backdrop³ (GB) in each saliency map; red and white areas represent regions the model is probably influenced by when predicting anemia. Red indicates a stronger contribution than white, and blue regions have little to no contribution.

의료 AI의 세대 변화 (2) : 딥러닝 Three Epochs of Artificial Intelligence in Health Care



존 홀월드 미국 프린스턴대 교수와 제프리 힌튼 캐나다 토론토대 교수

여러 층의
인공 신경망

- 지도 학습: 레이블이 지정된 데이터를 사용해 모델을 훈련.
- 비지도 학습: 레이블 없이 데이터를 분석해 내재된 패턴을 발견
- 강화 학습은 주어진 환경에서 최적의 행동을 학습

전문가 수준 또는 뛰어넘는 정확도 달성

AI 2.0: 딥러닝

AI 2.0: The Era of Deep Learning
Deep learning with multilayered neural networks

Task-specific AI

한계: 1) 재난적 망각 (Catastrophic forgetting): 한 번에 하나의 작업만 학습 가능
=> 새로운 작업에 대한 범용성 부족

2) 새로운 단어나 이미지, 기타 콘텐츠를 생성하는 능력이 제한적

- 대규모 의료 데이터 학습
- 의료 이미지 분석의 정확도 향상
- 자기 학습 능력 및 다양한 학습 방법



현재 사용되는
대부분 의료 AI의
아키텍처 토대

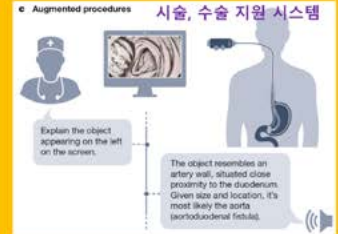
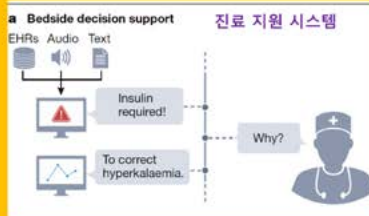
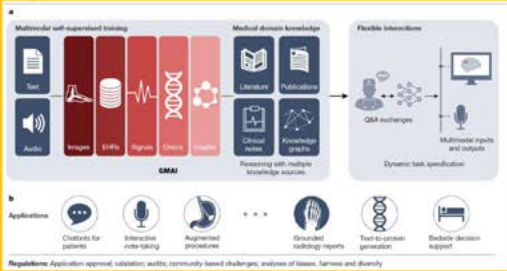
의료 AI의 세대 변화 (3) : 파운데이션 모델과 생성 AI

Three Epochs of Artificial Intelligence in Health Care

XI XAIMED

다중 모달리티 AI와 의료 파운데이션 모델

다중 모달리티 AI는 텍스트, 이미지, 비디오 등 다양한 데이터를 통합 분석해 더 포괄적이고 정교한 정보를 제공



AI 3.0: 파운데이션 모델과 생성 AI

AI 3.0: Foundation Models and Generative AI

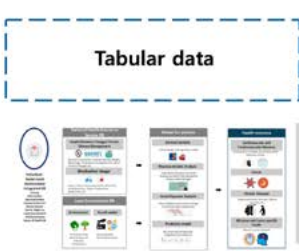
Transformer architecture

- 1) Large language models
- 2) Vision foundation model
- 3) Medical foundation model

다중 모달리티 AI를 통해 의료 이미지, 시계열 생체 데이터, 의료 정형 데이터 등 전 영역 빅데이터 통합

25

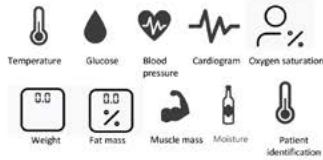
Howell MD, et al. JAMA 331.3 (2024): 242-244.



24 CES 디지털헬스케어 비침습 AI 바이오센서 동향

Conventional Statistics & Transparent machine learning model

Time series bio-signal data



(eXplainable) Artificial Intelligence

멀티모달 생체신호 통합 AI 모형을 통해 이상징후 검출과 맞춤형서비스를 연계

E-skin wearable electronics: Biosensor, Nano-power generation, Time-series data, AI



Smart Watch



ECG-HR-BP-SpO2 etc
fitness, sleep management, fall detection etc

Intelligent TENG socks



Smart beds



Smart mirrors



XAI Bio-Integrated Sensor & Intelligent Solution



Figure 2. Advanced materials for e-skin wearable electronics. (a) Stretchable, self-healing, and ultra-compact active sensor for intelligent fracture assessment. (b) Schematic illustration of the sensor, including the components, assembly, and stackability. (c) Schematic illustration of the integrated microstructure for the ultra-thin skin. Reprinted from ref. [15]. Copyright 2021, American Chemical Society.

스마트미러: 뉴라로직스 (캐나다) - 얼굴 스캔으로 건강 진단



CES 혁신상 수상



- 거울 앞 단 1분의 시간
- 센서와 인공지능 결합
- 간편한 건강 지표 측정
- 의사와의 데이터 공유
- 가정용 헬스케어 제품 목표

FaceHeart Vitals (대만)



heart rate, heart rate variability, blood pressure, oxygen saturation, respiration rate and stress index



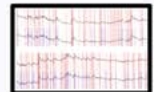
시간 동조화 바이오통합센서 기반 기회 진단 AI: 자이메드



우연을 혁신으로
시간 동조화
바이오통합센서 시그널
새로운 디지털 바이오마커개발의 보고
기회진단 AI 솔루션

한번에 동시에 여러 생체 신호 쉽게 측정

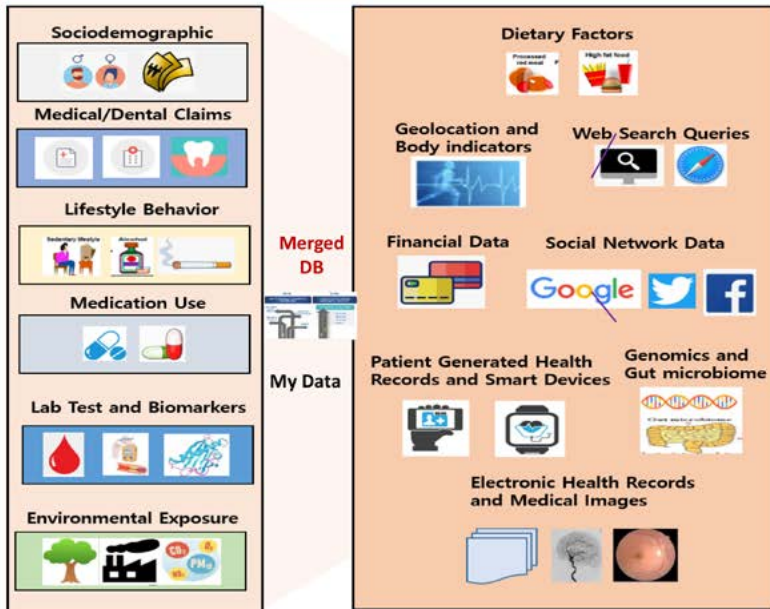
실시간 생체신호
AI 분석 기술



생체신호 기반 스트레스, 우울
평가 AI 모델
(자이메드 세계 최고 수준 기술 보유)

의료 이미지, 시계열 생체 데이터, 의료 정형 데이터 등
전 영역 건강 빅데이터 + 환경-유전-생활-소비 통합 DB

Multidimensional Data Integration and Linkage



AIoT-Based Personal Health Care



파운데이션 모델과 멀티모달 AI의 불투명성

XAI XAIMED

•모델의 복잡성

- 복잡한 신경망(수십억 개의 파라미터)으로 인해 불투명성 증가

•멀티모달 입력 처리

- 다양한 데이터 유형(텍스트, 이미지 등)을 처리하면서 의사 결정 경로가 더 복잡해짐

•설명 가능성의 문제

- 전통적 기계학습 모델보다 그 규모와 다양성 때문에 설명 가능성(Explainability)이 더 큰 도전 과제

•데이터의 다양성 및 품질 문제

- 데이터의 출처 및 품질이 불명확해, 편향 및 오류 위험이 증가
- 비구조화된 데이터를 사용하는 경우 데이터가 어떤 방식으로 모델의 예측에 기여하는지 명확하게 추적하기 어려움

AI 3.0 시대 XAI 개발 필요

Explainable AI for Foundation models

Explainable AI for Multimodal AI

Explainable AI for Generative AI

Beyond Explainable AI

Counterfactual AI

Auditing AI

Counterfactual AI + 생성 AI

인간 친화적인 설명의 특징

Pragmatic Theory of Explanation

- 1) Selective(선택적) 2) Social(사회적) 3) Contrastive(대조적)

미기록종 불바다오리 (Crested Auklet) vs 붉은뺨가마우지 (Red Faced Cormorant)

$x = \text{Crested Auklet}$, $y = \text{Red Faced Cormorant}$

Contrastive

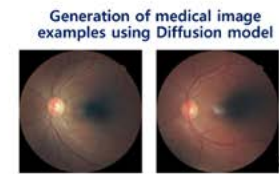
Counterfactual Visual Explanations

Yash Goyal, et al. 2019

The clinical potential of counterfactual AI

The Lancet perspective (Feb 2024)

- 1) GAN: Generative adversarial network (생성적 적대 신경망)
- 2) Adversarial counterfactual example
- 3) Advanced Counterfactual Explanation
 - Superpixel-wise Guided-Adversarial Explanation
 - Smooth Adversarial Counterfactual Explanation
 - Diffusion-based counterfactual explanation



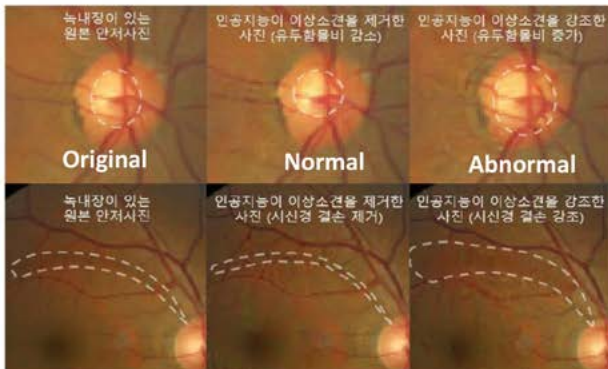
AI와 사람 연결하는 XAI

Counterfactual AI

Generative AI

Auditing AI

위치 정보와 임상적 근거 동시 제공하는, 반례 생성 설명가능 AI



[사진] 원본 안저사진(왼쪽)과 적대적 설명 방법론을 적용해 생성된 안저사진(가운데, 오른쪽)

(안저 녹내장 AI 솔루션)

- 판독 지원과 인공지능 설명 인터페이스를 포함하는 시스템 관련 특허 등록 (미국안과학회(AAO) 학술지 'Ophthalmology' 게재)

특허번호10-2306279 :안저 영상판독 지원방법, 안저영상 판독 지원장치 및 이를 포함하는 안저영상 판독 지원시스템

의료진의 사용자 설문 결과*

5점 만점으로 Rating을 구했을 때

위치 정보 약 1.4 점 증가

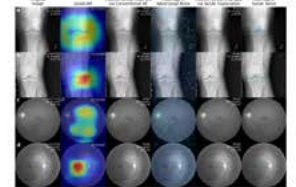
임상적 근거 약 1.9 점 증가

Survey of ophthalmologists shows our method has better explainability over heatmaps

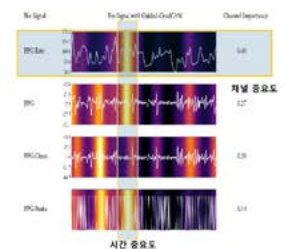
While accurately detecting glaucoma (AUC: 0.99)*



타 영상에 보편적 적용 가능



생체신호 시계열 데이터 설명가능 AI 기술 보유



Auditing AI & Counterfactual AI

Auditing AI



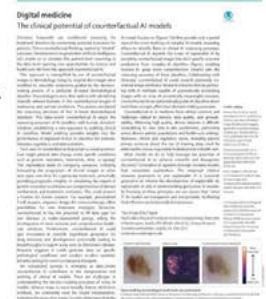
Monitoring and Auditing AI Systems



Counterfactual AI

The clinical potential of counterfactual AI

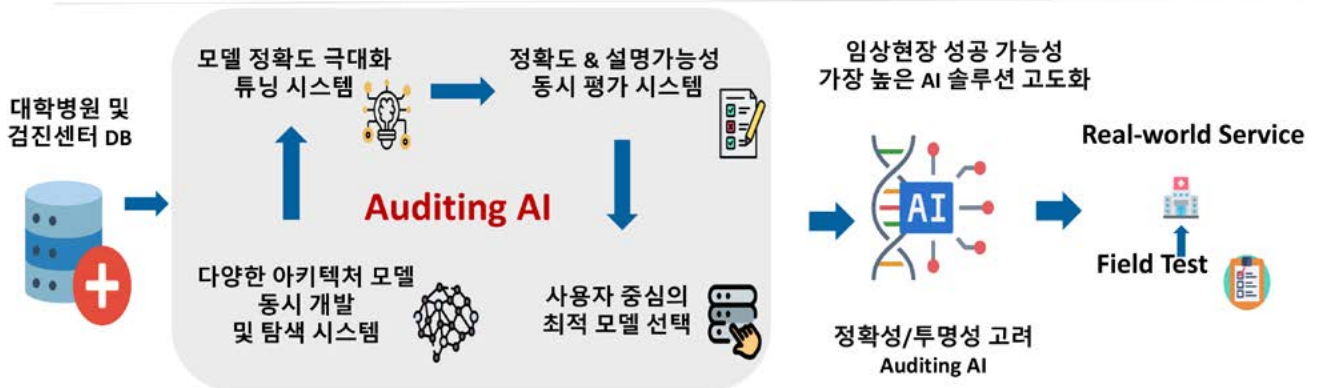
과학적으로 타당한 AI 모델
판단하는데 Counterfactual AI 매우
유용함을 위한 투명성 제공



The Lancet perspective (Feb 2024)

최적 의료 AI 개발 위한 Auditing AI 플랫폼: 정확도 & 설명 가능성 동시 평가

의료 AI 개발 소요 시간 및 비용 혁신적 단축



딥러닝 및 파운데이션 모델 동시 개발 평가

- 1) Task-specific Deep Learning Model (AI 2.0)
- 2) Vision foundation model (AI 3.0)
- 3) Medical foundation model (AI 3.0)

설명가능 인공지능(XAI)

- 최종 결과값만 알려주는 것이 아닌 AI의 판단 과정과 근거를 제공하는 기술
- 자이메드는 세계최고 수준의 반례 생성 설명가능 AI 기술 (Counterfactual AI) 보유

XAI 기반 의료 AI 솔루션 기업, 자이메드



Core Technology Industry

eXplainable AI, XAI Medical, MED

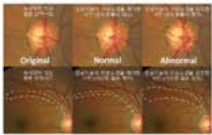
'기존 AI'의 의료영역에서의 한계

: "Black Box 문제"
(어떻게 결과에 도달하였는지 명확한 설명이 없음*)

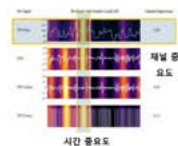


- 의료 분야에서 신뢰성/투명성 문제 야기
- 의사들이 최종적인 결정을 내리는데 책임성 문제
- 기존 데이터로 새로운 이상 신호 탐지시, "왜?" 대한 설명 없음

위치 정보와 임상적 근거 동시 제공하는
반례 생성 설명가능 AI 기술 보유



생체신호 시계열 데이터
설명가능 AI 기술 보유



설명가능 인공지능(XAI)이란?

- 블랙박스를 열어 AI의 판단 과정과 근거를 제공하는 기술
- 자이메드는 세계최고 수준의 **반례 생성 설명가능 AI 기술 (Counterfactual AI)** 보유

XAI의 임상현장에서 중요성

- 블랙박스를 여는 명확한 설명을 통해 신뢰성 증가 → 의료진과 환자의 채택 증가
- **과학적으로 타당한 AI 모델 판단을 위한 투명성 제공**
-> Auditing AI 위한 다양한 XAI 평가 제공
- 기회진단 AI를 통한 새로운 바이오마커 개발 시 임상적 타당성을 뒷받침해 조기진단과 질병예측 영역에서 건강증진에 기여함

의료 AI 인허가 규제와 XAI

- 미국FDA, 캐나다, 영국에서 AI 의료기기개발 가이드라인에 **설명가능성** 포함을 요구
- 유럽 AI법(24년)에서 의료 AI는 고위험 AI 시스템에 포함되어 모델의 **투명성과 해석가능성**이 더욱 중요해짐
- 한국 **식품의약품안전처**에서 의료 AI 인허가 시 **설명가능성** 요구 강화

설명가능 인공지능 기반 의료기기

좋은 의료 AI의 3가지 요건:

1)정확도 + 2)설명 가능성 (XAI) + 3)임상적 유용성



블랙박스를 여는 XAI : 신뢰성 확보

Auditing AI : 최적의 의료 AI 평가 체계



eXplainable AI in Medicine

6G 프레임워크 : 유스케이스와 요소 기술

- 장경희 교수 (인하대학교)





6G Forum _ ICT 산업전망컨퍼런스

6G Framework : Use Cases and Enablers

2024. 11. 15. (Fri)

KyungHi Chang
Executive Committee Chair
6G Forum
(ECE Dept., Inha Univ.)



Establishment



A system to secure Global 6G Leadership

In line with the K-Network 2030 strategy of the Ministry of Science and ICT (May 30, 2023)



A public-private cooperation system to build an industrial ecosystem foundation

- ▶ To proactively set 6G strategies in respond to the rapidly changing technological advancement to secure global leadership
- ▶ To promote international cooperation with global 5G/6G-related organizations and support leadership in international standardization.
- ▶ To put efforts in the identification of new services to accelerate the convergence across various industries with 5G/6G

After 10 years of successful 5G Forum activities since its inception on May. 30, 2013,

3

Vision & Target



▶ Support in expanding 5G into verticals & achieving global leadership in 6G

5G Evolution

5G Expansion into Verticals (~Y2026)

5G Building a Platform for Expanding 5G into Verticals
Showcasing Exemplary Cases of 5G Verticals



6G Revolution

Achieving Global 6G Leadership (~Y2030)

Global Cooperation System Set-up for 6G
World Best Communication Support for 6G

6G



Experience and Lessons from 5G Commercialization

→ Support Government, Research Institutes, Academies & Industries to Accelerate Innovation in 6G

4

Organization



▶ Advisory, Executive - 9 Technical Committees (10 WGs) + 2 Teams



5

Members



▶ Domestic Telcos, Vendors, Solution Providers, SMEs, Gov. Agencies & Global Companies (Total 50 member companies)

Chair Companies (10)	
Member Companies (40)	

More than 30 Extra Academia Members

6



Activities by Number

- USA : 5G Americas, Next G Alliance
- China : IMT-2020, IMT-2030
- Japan : 5GMF
- Taiwan : 5G Alliance-CHT Pilot Team
- EU : 5G PPP, UK 5G IN, WWRF
5G ACIA, 5G AA, 6G-IA, one6G
- Turkiye : 5GTR
- Indonesia : i5G Forum
- India : TSDSI, B6GA
- Malaysia : MTSFB
- GSMA

Global Coop.
(MoU +)
21



- Executive Committee
- Advisory Committee
- Strategy/International Collaboration Team
- 9 Technical Committees
- 9 Working Groups (WGs)

Committee/WG Meetings
110
(Year Av.)



- Global 5G Events: 11
- 5G Vertical Summit: 9
- Regional Workshops: 8
- 6G Global Events: 5
- 5G Open Symposiums: 9

Promotion
42



Member Companies

50

- Chairs : 10
LGU+ (Chair Company), SKT, KT, Samsung Electronics, LG Electronics, Ericsson LG, KMW, ETRI, Innoreless, Samsung SDS
- SMEs : 25
- Gov. : 7
- Global : 8



White Paper / Issue Report

68

- White Paper : 46
 - ✓ 5G and its ecosystem, smart factories, autonomous driving, smart cities, disaster safety, dedicated networks, small cells, fronthaul, OpenRAN, UAM, converged services, etc.
- Issue Report : 16
 - ✓ wireless technology and frequency trends, V2X, vertical service standard trends, dedicated networks, network power efficiency, enterprise 5G wireless trends, etc.
- 6G Report : 6G Vision, 6G FTT

Projects & Policy Supports

42



- Projects
 - ✓ TTA ICT Standardization Forum Support Program: 10 years
 - ✓ Study on 5G Smart City Convergence Technologies.
 - ✓ Study on 5G Smart Factories and Convergence Services.
 - ✓ Study on Open 5G Fronthaul and Small Cell Technologies.
 - ✓ Study on 5G Private Networks and 5G+ Convergence Services
- Policy Supports
 - ✓ 5G/5G+ Strategy and Working Committees
 - ✓ Support for 5G Convergence Service Pilot Projects
 - ✓ 6G R&D Strategy Committee
 - ✓ Advisory Activities on C-ITS Comm. Tech. Decision
 - ✓ 6G Society

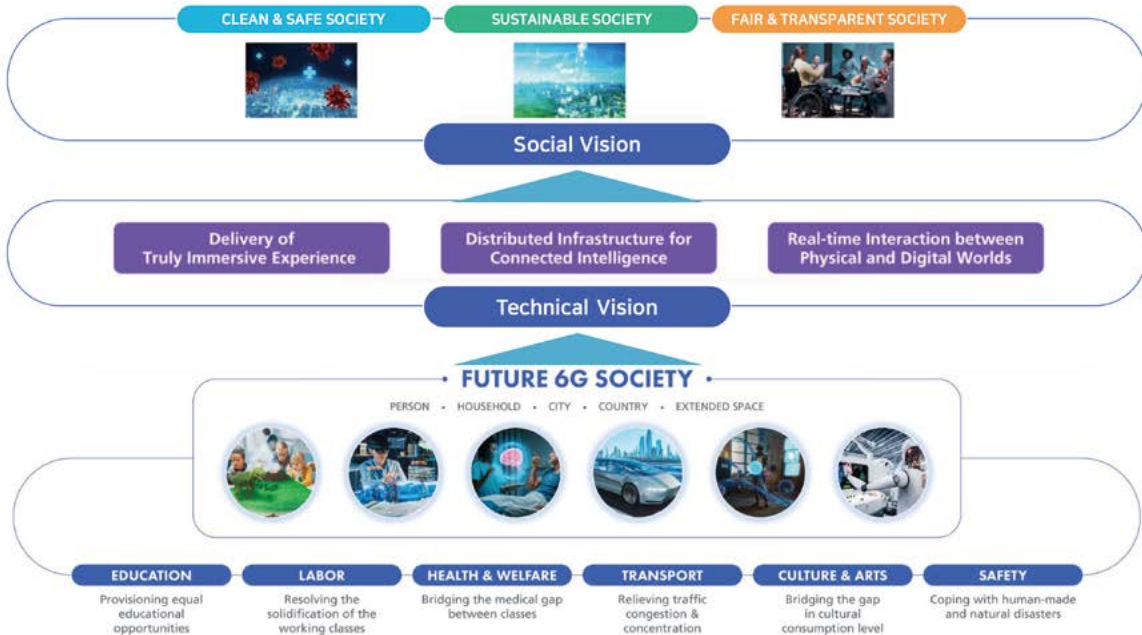
6G Vision & Use Cases



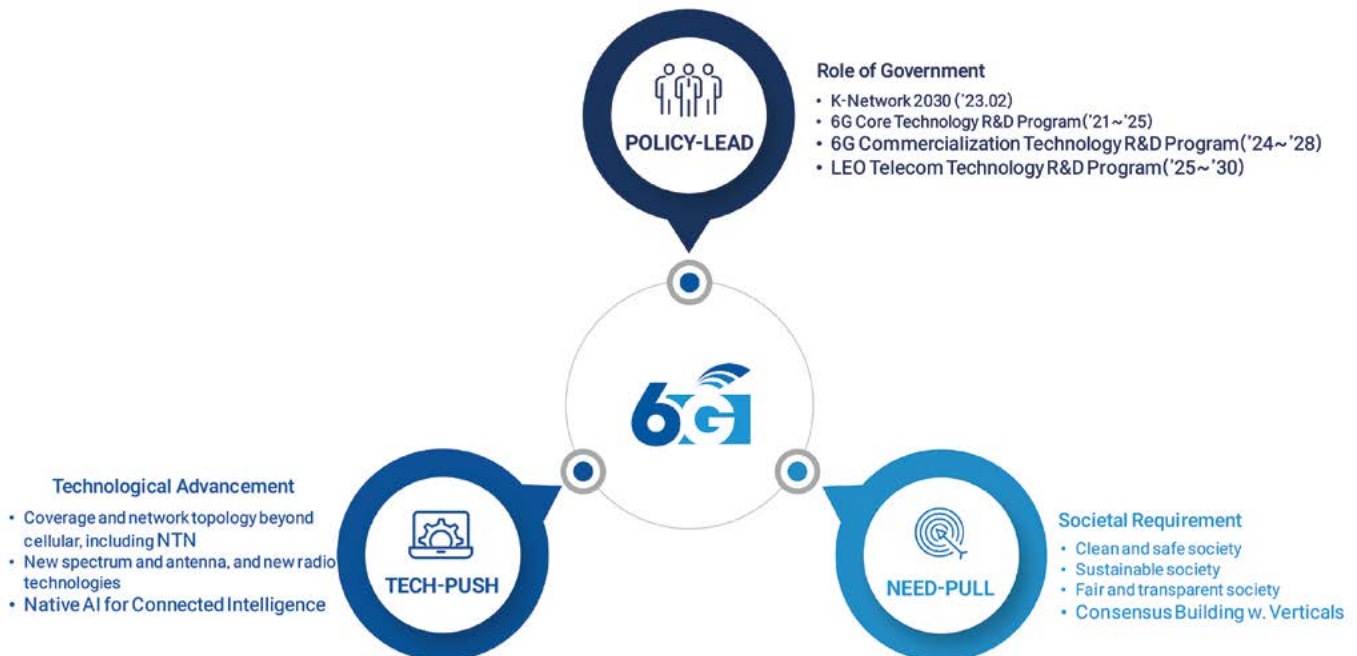
6G Vision



▶ Advancing Human Happiness, Prosperity, and Sustainability through 6G Technology



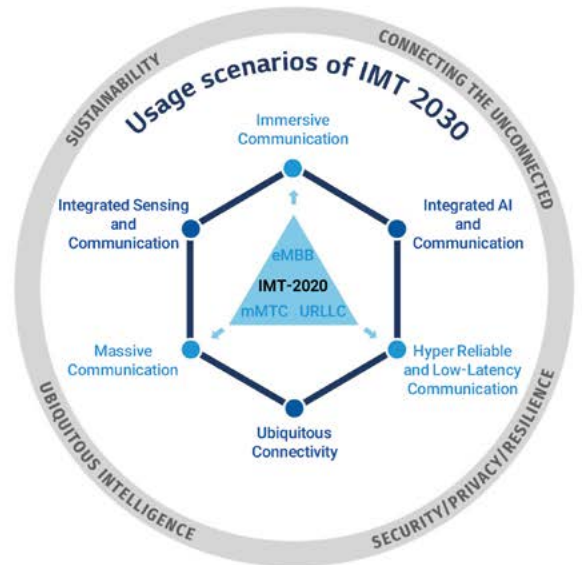
Three Drivers of 6G



Usage Scenarios

▶ The usage scenarios from ITU-R's Framework of IMT-2030

Extension from 5G usage scenarios	<ul style="list-style-type: none"> ▶ eMBB → Immersive Communication ▶ URLLC → HURLLC (Hyper Reliable and Low-Latency Communication) ▶ mMTC → Massive Communication
New usage scenarios	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Ubiquitous Connectivity ▶ Integrated AI and Communication ▶ Integrated Sensing and Communication
4 overarching aspects: design Principles for scenarios	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Sustainability ▶ Connecting the unconnected ▶ Ubiquitous intelligence ▶ Security, Privacy, Resilience



Immersive Communication

▶ Extension of the eMBB for rich and interactive immersive experience

Use Cases

- **Telepresence & Holographic communications**
 - ✓ Remote collaboration, education
 - ✓ Social interaction
- **Remote multi-sensory telepresence**
- **Hyper-realistic metaverse**
 - ✓ Immersive gaming and entertainment
 - ✓ Industrial training & maintenance
- **Remote healthcare - telesurgery**



Capabilities

- **Enhanced spectrum efficiency**
- **Higher data rates**
- **High reliability**
- **Low latency**



Massive Communication



➤ Extension of the mMTC to support connectivity of a huge number of devices

Use Cases

- **Massive Internet of Things**
 - ✓ Industrial automation and monitoring
 - ✓ Smart cities and infrastructure
 - ✓ Precision Agriculture
 - ✓ Smart manufacturing and logistics
- **Metaverse**
- **Ubiquitous personal connectivity**



Capabilities

- **High connection density**
- **Low power consumption**
- **Mobility**
- **Extended coverage**
- **High security and reliability**



13

Hyper Reliable & Low-Latency Communication



➤ Extending the boundary of URLLC by covering more stringent requirements on reliability and latency

Use Cases

- **Industry and automation**
 - ✓ Collaborative robots (Cobots)
 - ✓ Precision manufacturing
- **Healthcare**
 - ✓ Tele-surgery
 - ✓ Remote diagnostics and monitoring
- **Fully autonomous driving**
- **XR and Tactile Internet**



Capabilities

- **Enhanced reliability**
- **Enhanced low latency**
- **Precise positioning**
- **Connection density**



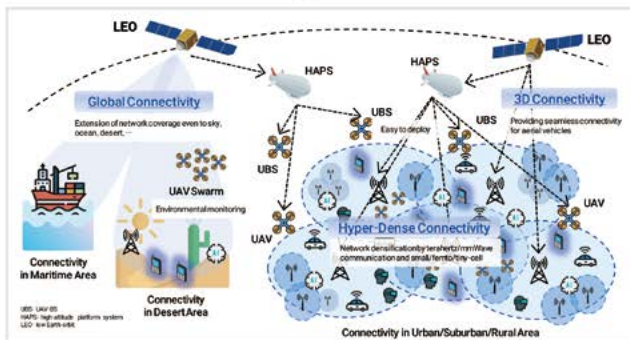
14

Ubiquitous Connectivity

▶ To enhance connectivity to bridge the digital divide

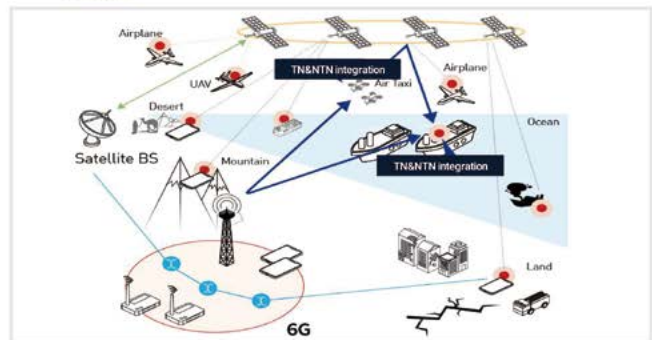
Use Cases

- **Global Internet connectivity**
 - ✓ Remote and underserved areas
 - ✓ Seamless rural coverage – smart agriculture, education, ...
 - ✓ Aerial node connectivity, e.g., UAM, etc.
- **IoT networks**
 - ✓ Smart cities
 - ✓ Environmental monitoring, etc.



Capabilities

- TN & NTN Integration
- New spectrum and frequency bands
- RIS
- AI/ML



Integrated AI and Communication

▶ To support distributed computing and AI (especially LLM) applications

Use Cases

- Autonomous collaboration between connected AI robots (smart city, manufacturing plant, rescue missions, etc.)
- Offloading of heavy computation operations across devices and networks
- 6G-assisted automated driving



Capabilities

- High area traffic capacity
- Low latency and high reliability
- Capabilities related to the integration of AI and compute functionalities in 6G
 - ✓ Data acquisition, processing, model training, sharing, etc.



Integrated Sensing and Communication



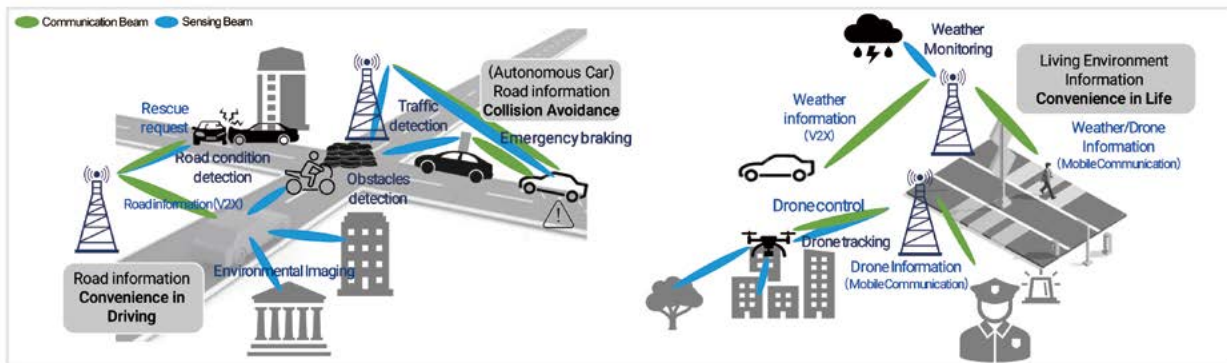
➤ To offer new possibilities for smart applications, enabling enhanced sensing capabilities, efficient resource utilization

Use Cases

- 6G-assisted navigation
- Environmental monitoring (e.g. rain/pollution detection)
- Object detection and tracking
- Motion monitoring

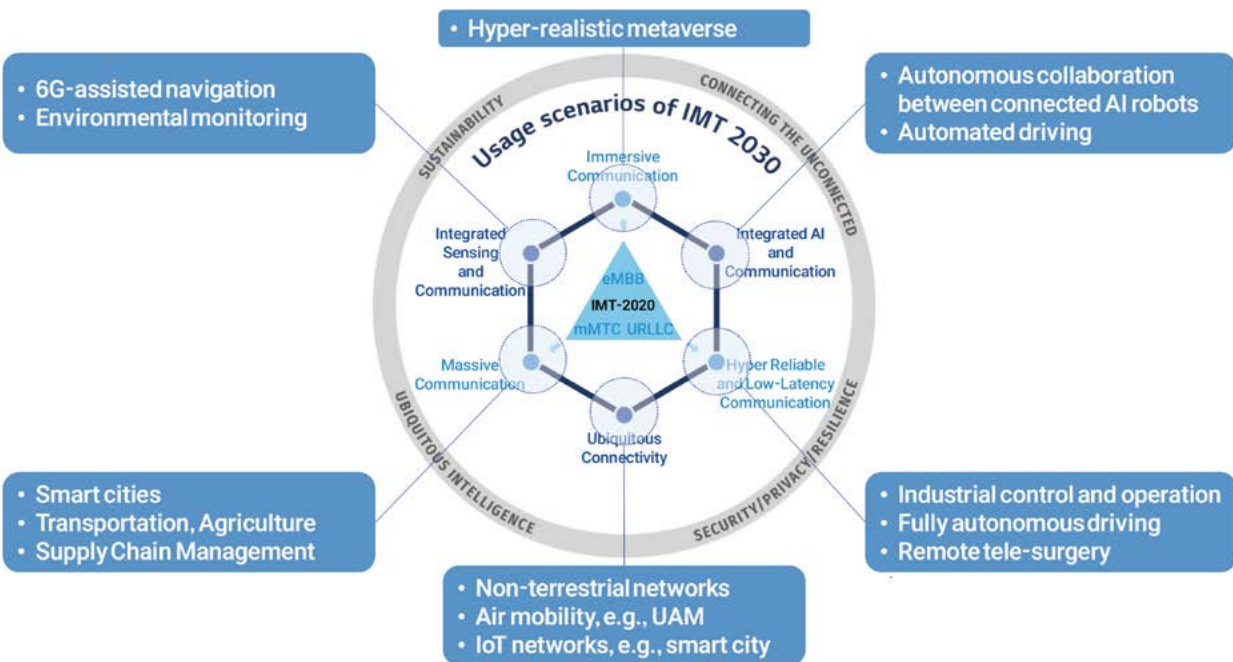
Capabilities

- Sensing-enabled communications
- Data fusion for distributed sensing
- Multi-modal sensing
- Intelligent sensing and communication coexistence



17

6G Day-1 Use Cases



18

6G Regional Specific Use Case



- ▶ Korea's rapid entry into a super-aging society (the elderly over 65 : > 30% in 2035, > 43% in 2050) persistently low birth rate, the lack of caregivers, etc.

Increased need to pursue welfare and safety for the elderly

→ Realization of the elderly care services by combining Sensing, AI, Robot mobility with Communications

6G Sensing

- Health & Behaviors monitoring



6G AI & robot mobility

- Connected AI robots
- AI/LLM-based health diagnosis/prescription

19

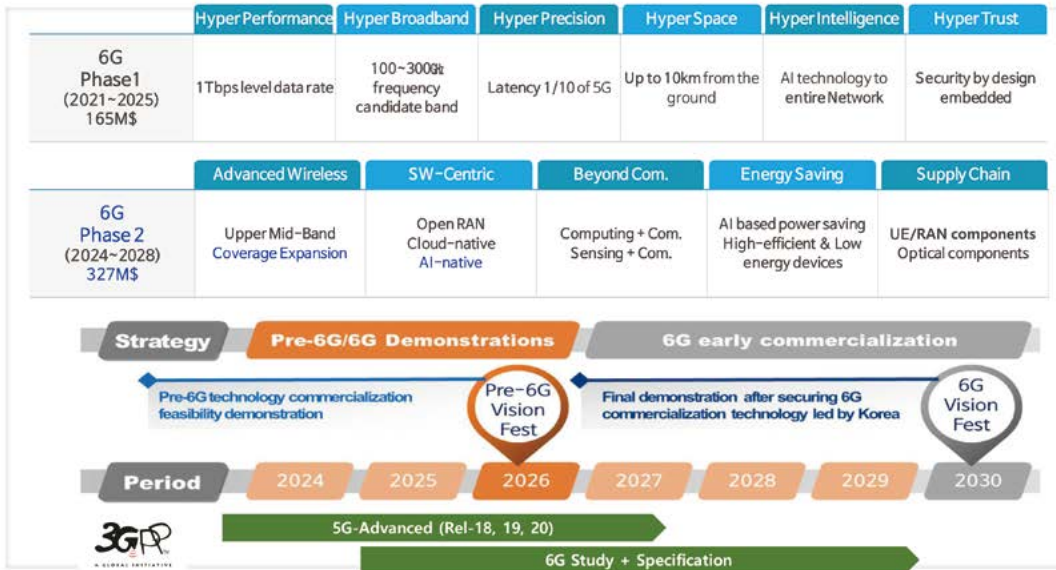
6G Day-1 R&D in Korea



R&D Direction in Korea



> Whole Roadmap towards 6G from R&D & Commercialization Perspective



21

R&D Direction in Korea



> To overcome the Limitations of 5G reflecting the Future Technology Trends

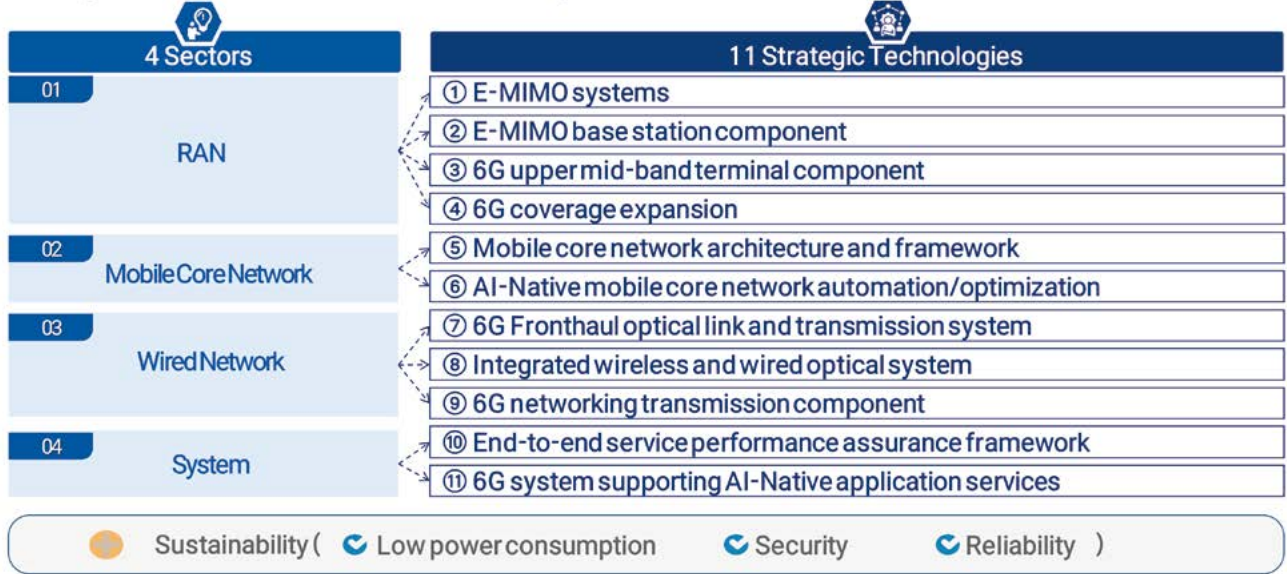


6G Commercialization Technology R&D Program launched (USD 327m, 2024-2028)

22

6G Day-1 R&D Direction in Korea

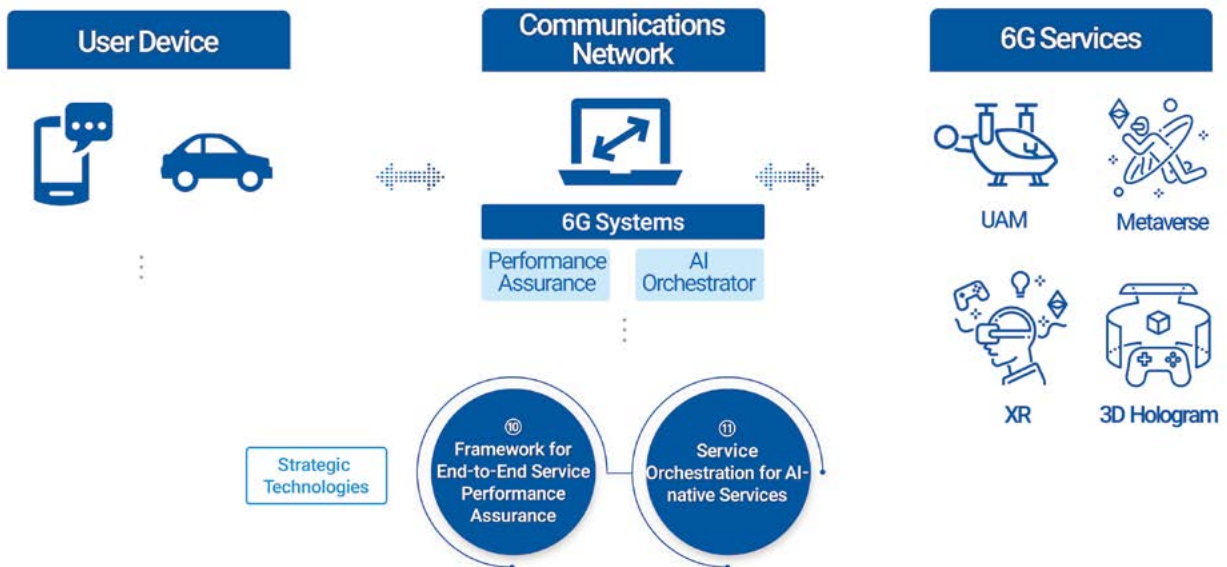
> Promoting the Development & Standardization of 13 Strategic Tech. across 5 Major Sectors, aiming to make a Pre-6G & 6G Demonstration by 2026 & 2028



23

Systems

> System technologies to ensure end-to-end performance assurance of diverse 6G services

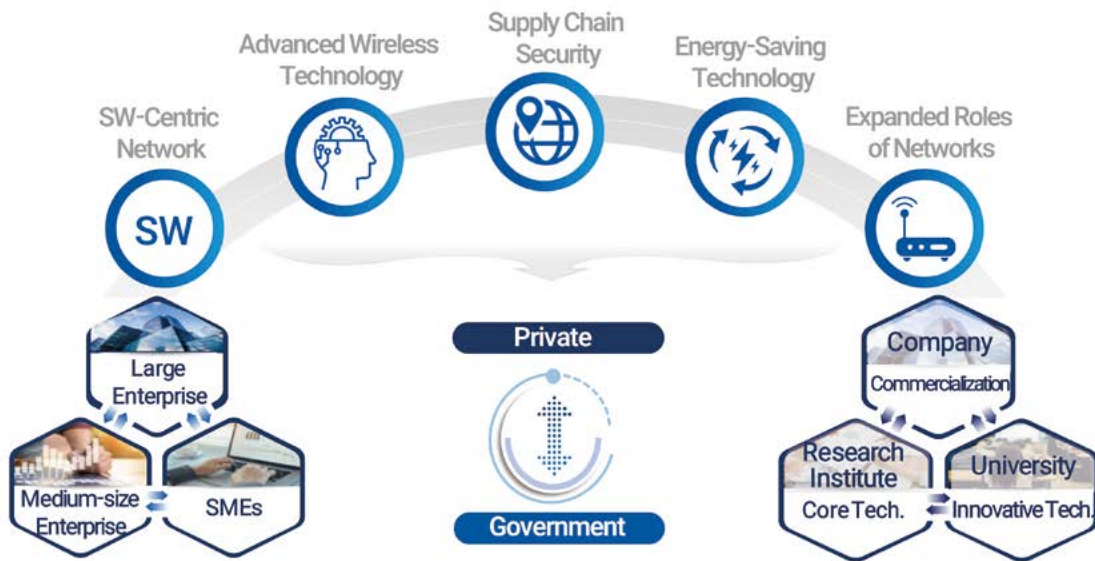


24

Pre-6G Vision Fest 2026



▶ Demo of 47 core technologies in 11 strategic technology areas to secure the initiative in 6G commercialization

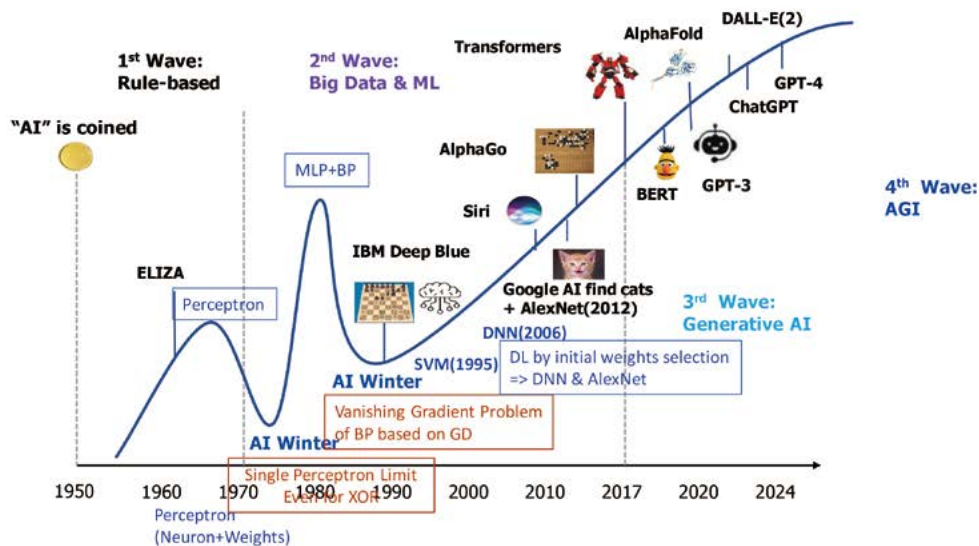


25

6G Intelligent Network : Points of Consideration (0)



▶ History of AI : The Evolutionary Timeline of AI (1956-2024)



26

6G Intelligent Network : Points of Consideration (1)

▶ Tech. Enablers to make major distinction of 6G over 5G : NW Intelligence & NTN

6G Forum

- AI/BigData WG under Service Expert Committee since May 2022 to promote NW Intelligence.

AI/ML Adoption in NW currently

- NW Operation Intelligence for 5G Hyper-Connectivity (usually for Anomaly Detection & Root Cause Analysis (ADRC))
 - . In-Time NW Management
 - . Zero-Touch Network Operation
 - . Big Data-based Traffic Forecast
 - . RT Traffic & Service Control
- 5G Services by AI Agents
 - . User-specific by NLP & Sentiment Analysis
- Energy Saving
 - . For RU (78%) : On/Off of Cell/Booster Carrier/MIMO TRx/PA & ES Mode Scheduling
 - . Data Center (for AI model training & inference)
 - : Robust SW Framework to resolve AI Workload
- Challenges : Accurate Data Analytics for Decision Making Support / Way of Transforming AI/ML Knowledge for NW & Service Out of Standard : Vendor-specific (HW Nonlinearity, Detector, Universal Decoder, part of OAM, etc.)

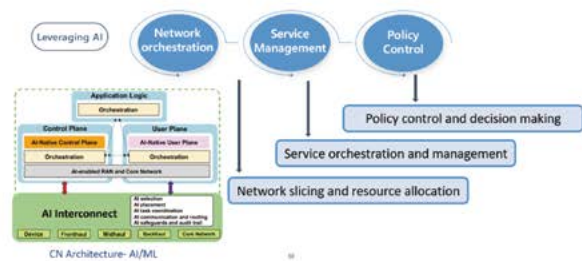
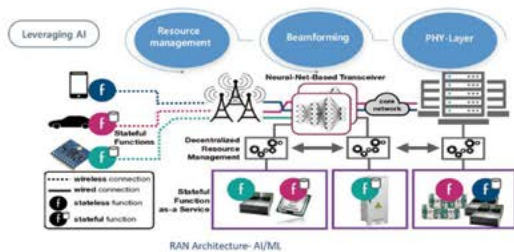
Success Story

- Ex1] Planning & Operation by AI : In-building Cell Planning for Best Number & Position of Cells
 - : Auto Energy Saving Operation of BS for Best Schedule of Sleep Period
- Ex2] Location Intelligence for Radio Opt. by AI : RT Radio Quality Monitoring for KTX, Sub/Highway for ADRC

27

6G : Intelligent Network (2)

▶ 5GxAI Evolution in 3GPP

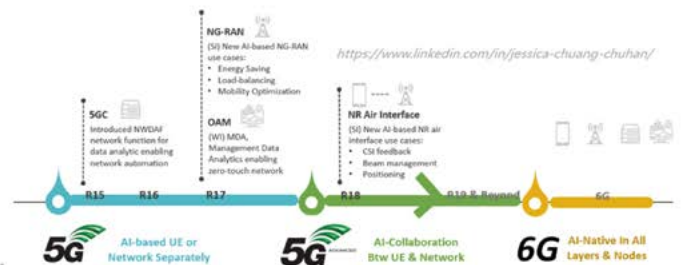


Objectives of AI/ML for NR Air Interface in Rel.19

Normative Work Objectives (Provide specifications)	Study Objectives								
<p>1. AI/ML general framework for one-sided AI/ML models</p> <p>2. Recommended Use Cases:</p> <table border="1"> <tr> <th>Beam Management</th> <th>Positioning Accuracy</th> </tr> <tr> <td> <p>BM-Case1</p> <p>BM-Case2</p> <ul style="list-style-type: none"> DL Tx beam prediction (UE-side & NW-side match) Common framework to support BM-Case1/2 </td> <td> <p>Direct AI/ML Positioning</p> <p>AI/ML-assisted Positioning</p> <ul style="list-style-type: none"> Case 1: UE-based positioning with UE-side model Case 2: NG-RAN mode assisted positioning </td> </tr> </table> <p>3. Core/Performance requirement for beam management & positioning accuracy and for AI/ML LCM procedure</p>	Beam Management	Positioning Accuracy	<p>BM-Case1</p> <p>BM-Case2</p> <ul style="list-style-type: none"> DL Tx beam prediction (UE-side & NW-side match) Common framework to support BM-Case1/2 	<p>Direct AI/ML Positioning</p> <p>AI/ML-assisted Positioning</p> <ul style="list-style-type: none"> Case 1: UE-based positioning with UE-side model Case 2: NG-RAN mode assisted positioning 	<p>1. Use Case to study:</p> <table border="1"> <tr> <th>CSI Feedback Enhancement</th> <th>AI/ML-based CSI Prediction</th> </tr> <tr> <td>AI/ML-based CSI Compression (Two-sided Model)</td> <td>AI/ML-based CSI Prediction (One-sided Model)</td> </tr> </table> <p>2. UE data collection</p> <p>3. Model transfer/delivery</p> <p>4. Testability & interoperability</p> <ul style="list-style-type: none"> Finalized (i.e., testing framework & DS) Procedures for one-sided model Further study: various testing options for two-sided model 	CSI Feedback Enhancement	AI/ML-based CSI Prediction	AI/ML-based CSI Compression (Two-sided Model)	AI/ML-based CSI Prediction (One-sided Model)
Beam Management	Positioning Accuracy								
<p>BM-Case1</p> <p>BM-Case2</p> <ul style="list-style-type: none"> DL Tx beam prediction (UE-side & NW-side match) Common framework to support BM-Case1/2 	<p>Direct AI/ML Positioning</p> <p>AI/ML-assisted Positioning</p> <ul style="list-style-type: none"> Case 1: UE-based positioning with UE-side model Case 2: NG-RAN mode assisted positioning 								
CSI Feedback Enhancement	AI/ML-based CSI Prediction								
AI/ML-based CSI Compression (Two-sided Model)	AI/ML-based CSI Prediction (One-sided Model)								

(Source: RP-23400, RP-23307, RP-23308, Contributed by <https://www.linkedin.com/in/jessica-chuang-chuhan/>)

5GxAI Evolution in 3GPP



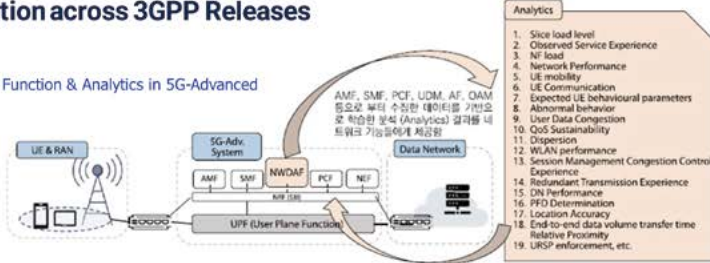
28

6G : Intelligent Network (3)

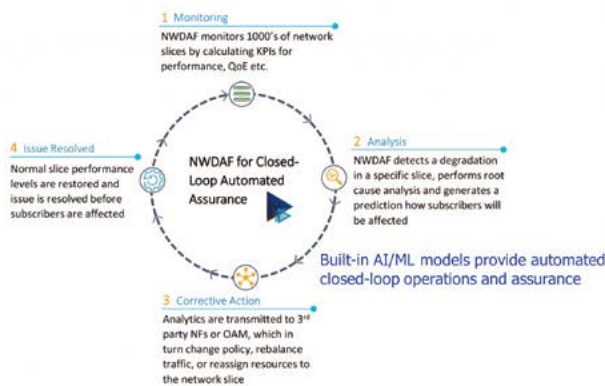


NWDAF Evolution across 3GPP Releases

NWDAF Function & Analytics in 5G-Advanced



- Analytics**
1. Slice load level
 2. Observed Service Experience
 3. NF load
 4. Network Performance
 5. UE mobility
 6. UE Communication
 7. Expected UE behavioural parameters
 8. Abnormal behavior
 9. User Data Congestion
 10. QoS Sustainability
 11. Dispersion
 12. WLAN performance
 13. Session Management Congestion Control Experience
 14. Redundant Transmission Experience
 15. DN Performance
 16. PFD Determination
 17. Location Accuracy
 18. End-to-end data volume transfer time
 19. Relative Proximity
 19. URSP enforcement, etc.



3GPP Rel.	NWDAF Features	Key Focus
1 Rel. 15	Initial introduction of NWDAF as part of the 5G core network, enabling basic analytics.	Basic analytics for 5G core network functions
2 Rel. 16	Enhancements to NWDAF to support broader data analytics and exposure across network functions, refined for product compliance.	Refinement of data exposure and compliance, data-driven automation
3 Rel. 17	Further maturation with Management Data Analytics Function (MDAF) introduced, AI/ML techniques integrated for Energy Saving, Load Balancing, and Mobility Optimization.	- MTLF + AnLF - Procedure for FL across NFs
4 Rel. 18	NWDAF used for AI/ML-based Air Interface Enhancements (e.g., CSI Feedback, Beam Management, Positioning Accuracy). New XR and Power-saving features introduced.	- Accuracy Monitoring Procedure for AnLF Analytics & MTLF-based ML Model
5 Rel. 19	Advanced AI/ML techniques for Mobility, Localized Analytics, Distributed MIMO Systems, and AI-powered Positioning Accuracy.	- Recommendation for DM for Auto. NW Fn. Set-up - Procedure Support by TL across NWDAF

MTLF : Model Training Logical Fn., AnLF : Analytics LF

6G : Intelligent Network (4)



Requirements & Performance Indexes for AI-Native in 6G

Requirements of AI-Native for 6G

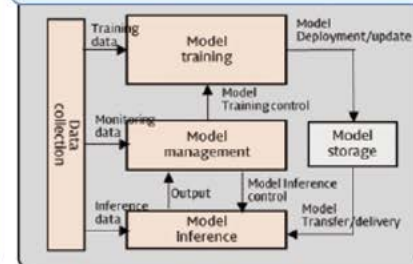
- Support OL & RT Application of AI/ML
- Comprehensive & Cooperative Support across all E2E & Radio/NW Sections
- Support Standardized I/F between various Layers (PHY ~ APP), Domains (UE, gNB, CN, OAM, etc.) & entire NF.
- LCM I/F for AI/ML Models, such as RL, FL, SL & TL, also support seamless Combination w. Standard Procedures of 6G system.

Performance Indexes of AI-Native for 6G

AI/ML을 위해 논의중인 성능지표(안)

- Performance
 - Link and system level performances
 - Generalization performance
- Over the air overhead
 - Overhead of assistant information, data collection, model delivery/transfer, and other AI/ML related signaling
- Inference complexity
 - Computational complexity of model inference (e.g. FLOPs) and pre/post processing, model complexity (e.g. Mbytes)
- Training complexity
 - LCM related complexity and storage overhead
 - Power consumption, Latency (e.g. inference latency)

AI/ML을 위한 LCM (Life Cycle Management)



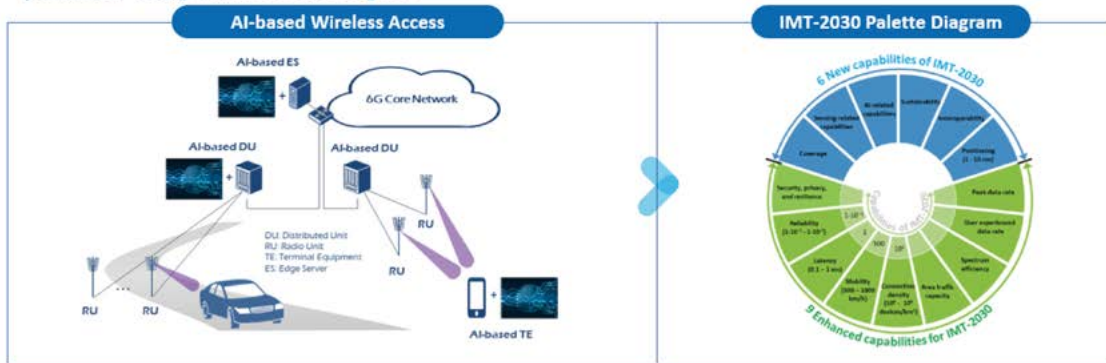
출처: 3GPP RAN1 기고문

6G : Intelligent Network (5)

Project Overview

Developing technology that enhances the performance of wireless access networks by solving complex issues through artificial intelligence/machine learning

- Performance improvement in wireless networks is limited due to the complexity of wireless access network problems.
- AI/ML technology is effective in solving highly complex / nonlinear problems.
- Contributing to the improvement of wireless access network performance by solving complex problems using AI/ML technologies.

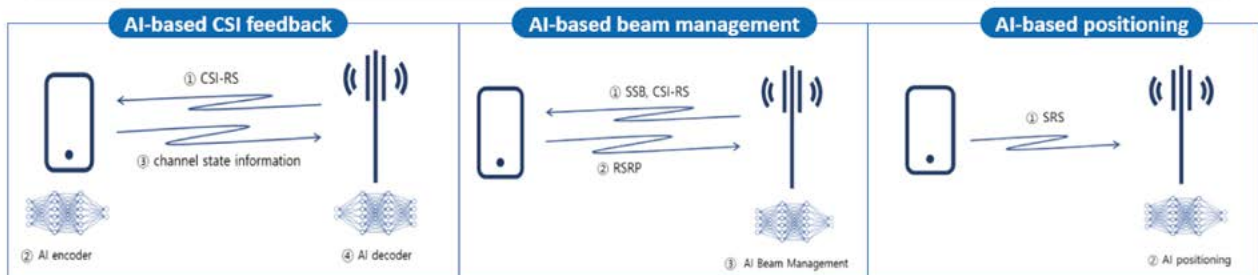


31

6G : Intelligent Network (6)

3GPP Standardization Status of AI-Based Wireless Access Technologies

- ◇ Study on AI/ML for NR Air Interface(FS NR AIML Air): A study to apply AI technology for channel state information feedback, beam management, and positioning ('22-'23).
- ◇ AI/ML for NR Air Interface (NR AIML Air): As a Rel-19 work item, detailed standardization work on AI-based beam management and positioning is underway, with additional study for channel state information feedback ('24-'25).
- ◇ Study on AI/ML for mobility in NR(FS NR AIML Mob): A new study item led by 3GPP RAN2 to examine the application of AI for mobility optimization ('24-'25).



32

6G NTN : Points of Consideration (1)



> Tech. Enablers to make major distinction of 6G over 5G : NW Intelligence & NTN

6G Forum

- Hyper-space (HS) Open-NW Committee launched on May 2024 to promote HS Comm.s, 3D Open-RAN & HS Navigation.

NTN defined to be Interworking w. TN in 6G Framework by ITU-R at this moment, though 3GPP keeps developing NTN specifications since Rel. 15.

Considerations for NTN to be integrated into a Single system w. TN

- NTN RT should be under the umbrella of TN.
 - . Connectivity, QoS (e.g., Latency < 25ms), Aggregate Payload of NTN, Power-saving & Energy Efficiency for IoT
 - . Mobility between NTN & TN is anticipated to rely on next-generation (NG) based mobility procedures.
 - . Service Scalability & Traffic Offloading [+ Multi-Orbit Support]
 - : Enhances efficiency by offloading traffic to non-terrestrial networks, which is beneficial for large-scale broadcasts and public safety efforts.
- Business Model required to boost-up B2B & B2C Applications
 - . BM to make profit (Economies of Scale)
 - . Mutual agreement on the profit distribution between stakeholders
- Challenges
 - . Signal Interference : Dynamic spectrum sharing & advanced interference cancellation techniques
 - . Spectrum Allocation : Countries-specific Regulations & Standards regarding spectrum use (Candidate 10.7~11.7GHz in RoK)
 - . Regulatory Challenges : Licensing, Legal & Bureaucratic Hurdles significant in deploying integrated networks
 - . Economic Challenges : CAPEX/OPEX, Critical End-user Cost-effectiveness

33

6G NTN : Satellite Communications (2)



“Satellite Communication is the method of communication that transmits terrestrial” communication signals using **satellites** in space.



The **scale of satellite industry** is expected to expand from ₩ 557 Trillion (Y 2023) to ₩1,400 Trillion (Y2040).

Overall Scale of Satellite Industry



Main Services Utilizing Satellite Communication



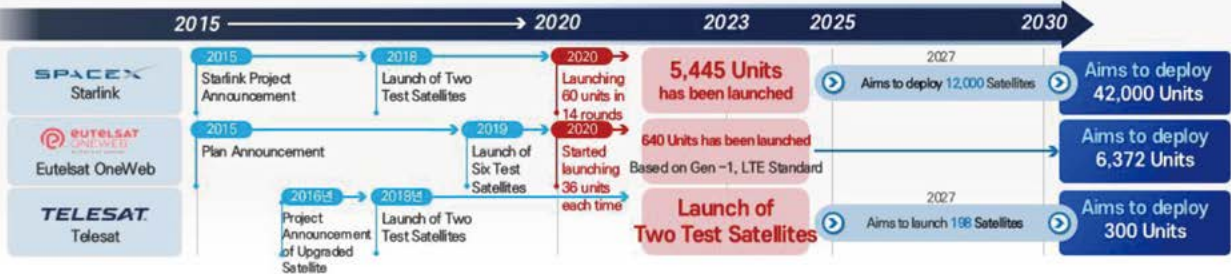
34

6G NTN : Satellite Communications (3)

“ South Korea has some **Geostationary Orbit** Communication Satellites, and the **Low Orbit Satellite Communication Service** has started in overseas countries. ”

<p>Status of Domestic Satellite Communication System Deployment</p>		<p>Koreasat Orbit : 36,000km (Geostationary Orbit) •Tasks : Communication and Broadcasting Relay</p>		<p>COMS Orbit : 36,000km (Geostationary Orbit) •Tasks : Ocean / Weather Observation, Comm. Services</p>
---	--	---	--	--

▶ The status of the Low Orbit Satellite Communication Service in overseas countries and our plans.



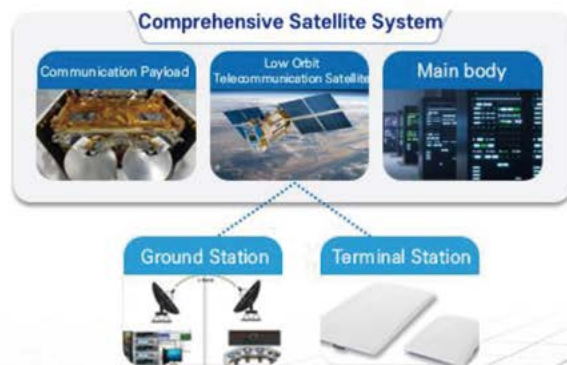
35

6G NTN : Satellite Communications (4)

Technology Development of Low Orbit Satellite Telecommunication

- ▶ Strategy to activate Satellite Communication (Aug. 2023)
- ▶ Technology Development Project of LEO Satellite Telecommunication (2025-2030, ₩312 Billion)
- ▶ Passed the preliminary feasibility study (May 2024)

South Korea has completed building next-generation networks, entering the ranks of advanced countries in satellite communication.

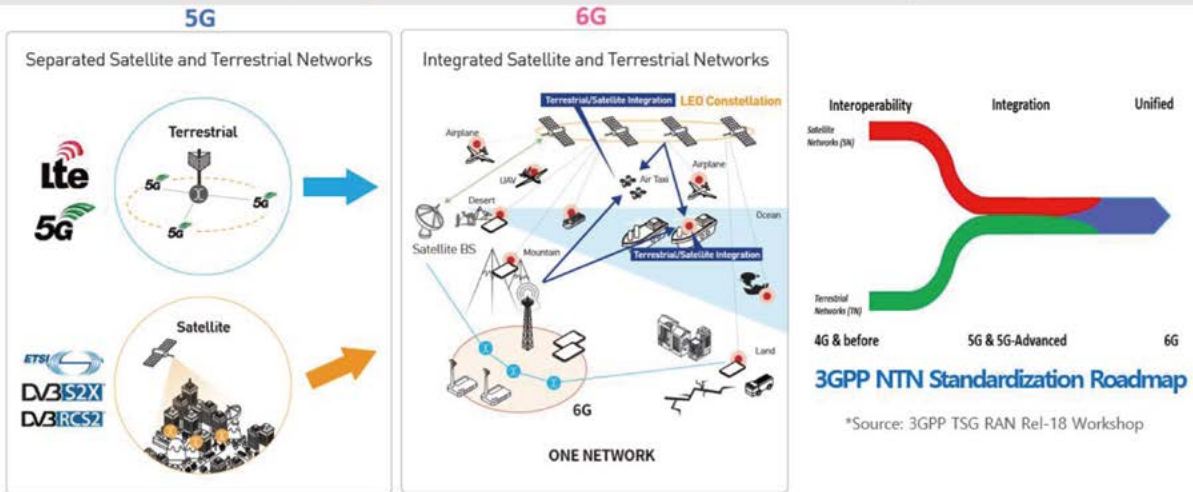


36

6G NTN : 6G Hyper-Space Service Outlook (5)

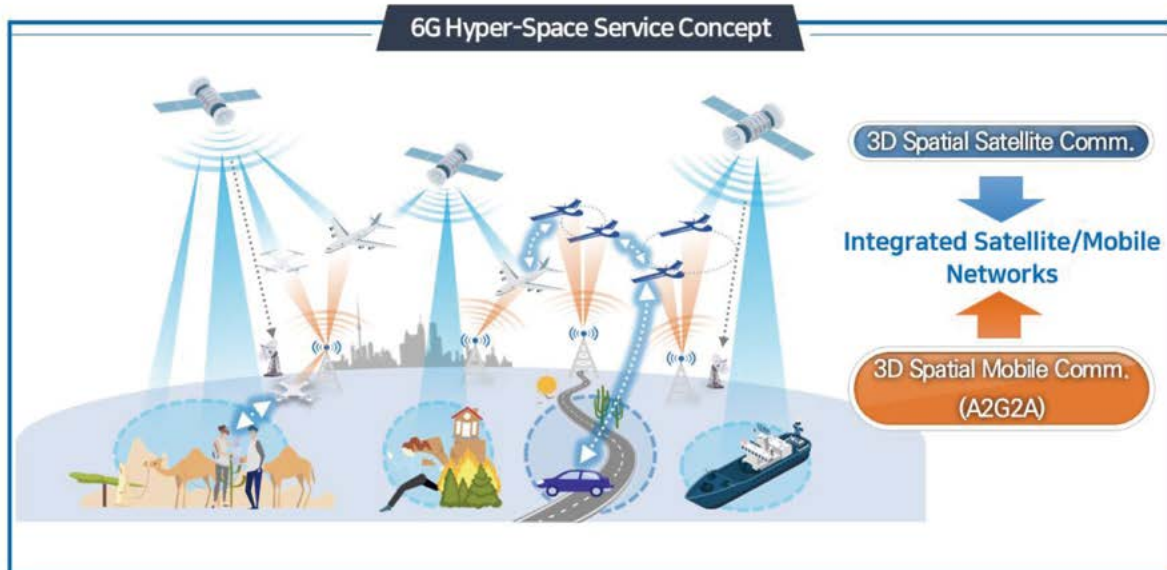


- 6G Hyper-Space**
- Up to 5G, there have been separate terrestrial and satellite networks.
 - In 6G, **Integrated Satellite & Terrestrial Networks** expected.



37

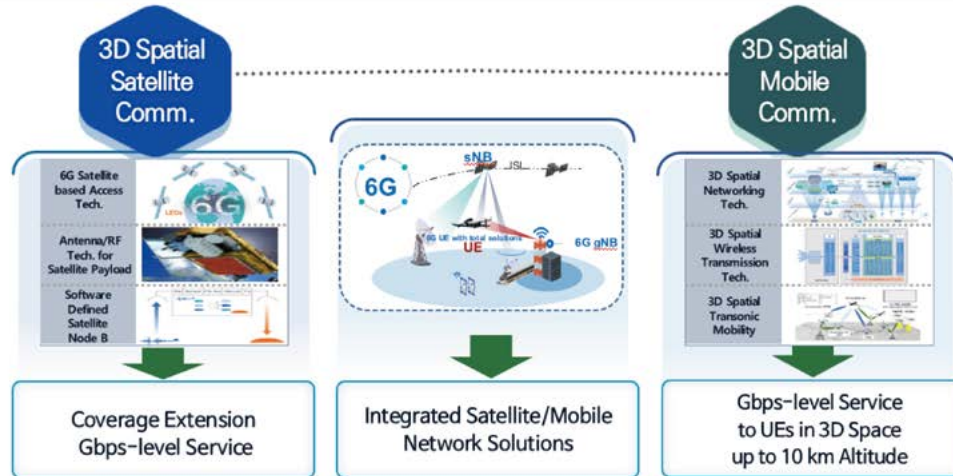
6G NTN : 6G Hyper-Space Service Concept (6)



38

6G NTN : 6G Hyper-Space R&D Overview (7)

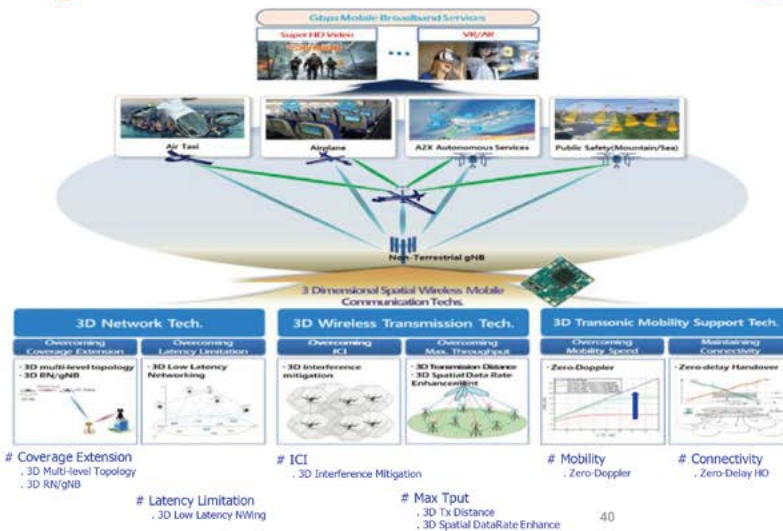
6G Hyper-Space • Development of an **Integrated Satellite & Mobile(Terrestrial) Network Technology** that provides **Gbps-level Services to UEs in 3D-space**



39

6G NTN : 3D Spatial Mobile Communications R&D (8)

Development of a **3D Spatial Mobile Comm. Technology** that provides **Gbps-level Services to various UEs in 3D Space up to 10km altitude, such as UAM, UAVs, Drones & Aircrafts.**



Main R&D Topics

- Researches on 3D Spatial Mobile Comm.
 - ✓ 3D Networking Core Tech.
 - ✓ 3D Radio Transmission Core Tech.
- 3D Spatial Mobile Comm. System Development & Integrated System Verification
- Global Standardization on 3D Spatial Mobile Comm.

40

6G NTN : 3D Spatial Satellite Communications R&D (9)



Development of a 3D Spatial Satellite Comm. Technology
to provide Gbps-level Service anywhere on the globe upto 10km altitude

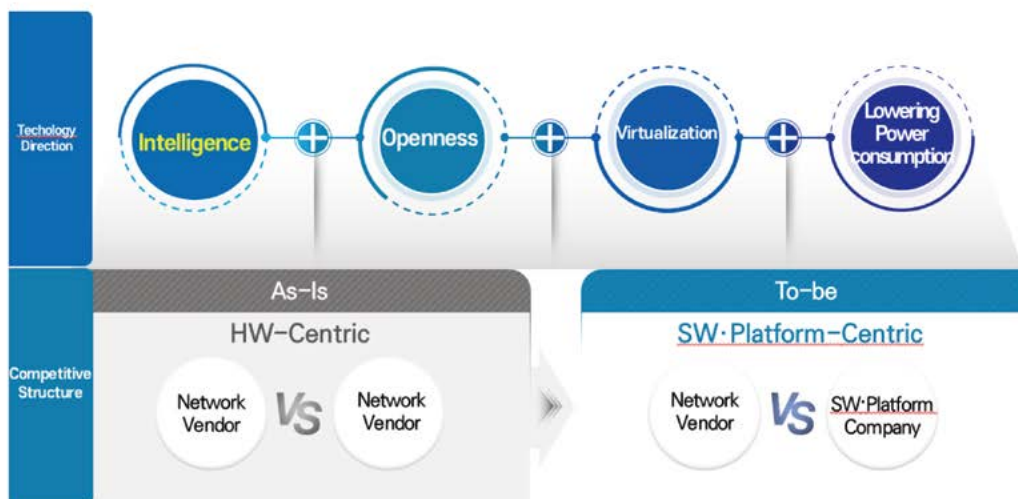


Main R&D Topics

- Researches on 3D Spatial Satellite Comm.
 - ✓ 3D Spatial Satellite/Ground Integrated Access Tech.
 - ✓ Satellite Payload Tech.
 - ✓ Satellite Networking Tech.
- 3D Spatial Satellite Comm. System Development & Integrated System Verification
- Global Standardization on 3D Spatial Satellite Comm.

41

Policy Directions for Next-G



42

Thank you !!

KyungHi Chang (khchang@inha.ac.kr)



차세대 통신 (Next-Generation Communication)

SpaceX의 저궤도 위성 통신
서비스 Starlink

- 정지수 과장 (메리츠증권)





글로벌 최대 민간 우주기업 SpaceX



SpaceX 소개 및 연혁

- SpaceX는 일론 머스크에 의해 2002년 5월 설립됐으며, 2008년 9월 첫 로켓 발사를 시작
- 2012년 5월 'Dragon'이 국제우주정거장(ISS)에 도착했고, 2013년 12월에는 첫 인공위성 발사에 성공
- 2020년부터 본격적으로 저궤도 통신 위성을 구축해 현재 전세계 110여개국에 Starlink 서비스 제공 중
- 2026년 화성으로 무인 우주선을 발사할 계획이며, 2030년 유인 임무 및 2040년 화성 이주 계획 실현 목표

SpaceX 타임라인(Timeline)



자료: SpaceX, 메리츠증권 리서치센터

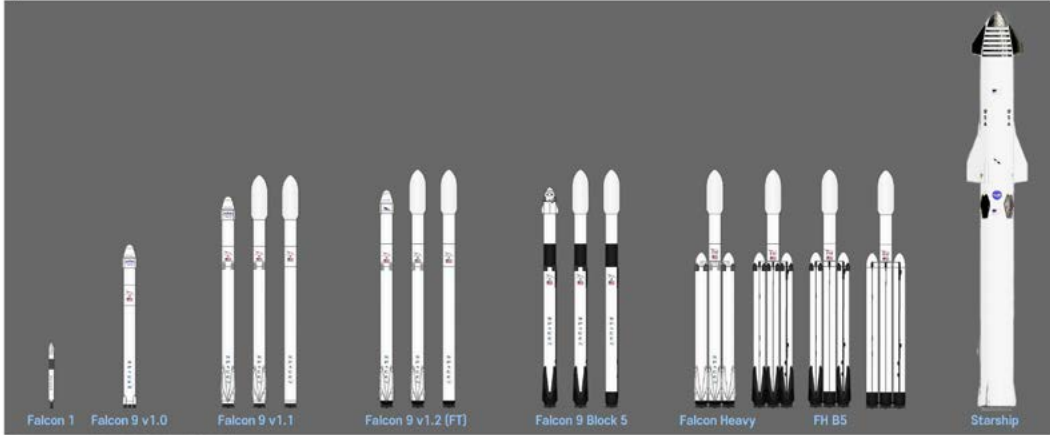
SpaceX 발사체 라인업



SpaceX의 우주 발사체

▪ 현재 SpaceX의 주력 발사체는 Falcon 9과 Falcon Heavy이며, 차세대 발사체 Starship 상용화 테스트 중

SpaceX의 발사체 라인업



자료: SpaceX, 언론, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 5

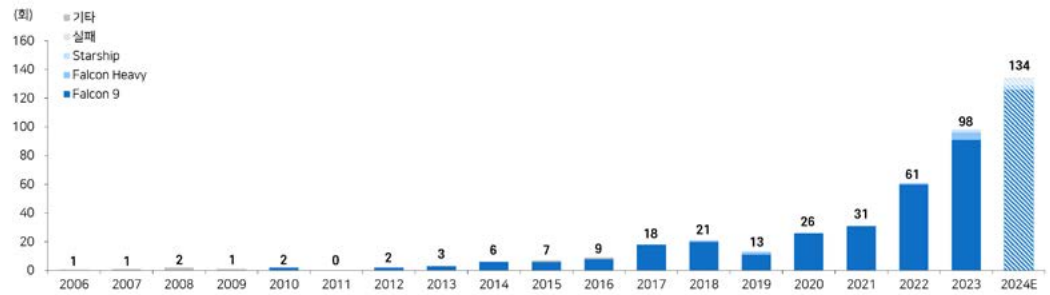
SpaceX 발사 성과 및 전망



SpaceX 발사 기록

- 2023년 SpaceX의 총 발사 횟수는 역대 최대인 98회로 전년 대비 +60.7% 증가했으며, 발사체별 발사 횟수는 Falcon 9 91회, Falcon Heavy 5회, Starship 2회 기록
- 2024년 11월 5일 Falcon 9의 CRS 미션 수행을 기점으로 SpaceX의 누적 발사 횟수는 400회 달성
- 2024년 총 발사 횟수는 134회를 예상하며, Falcon 9 127회, Falcon Heavy 3회, Starship 4회 추정

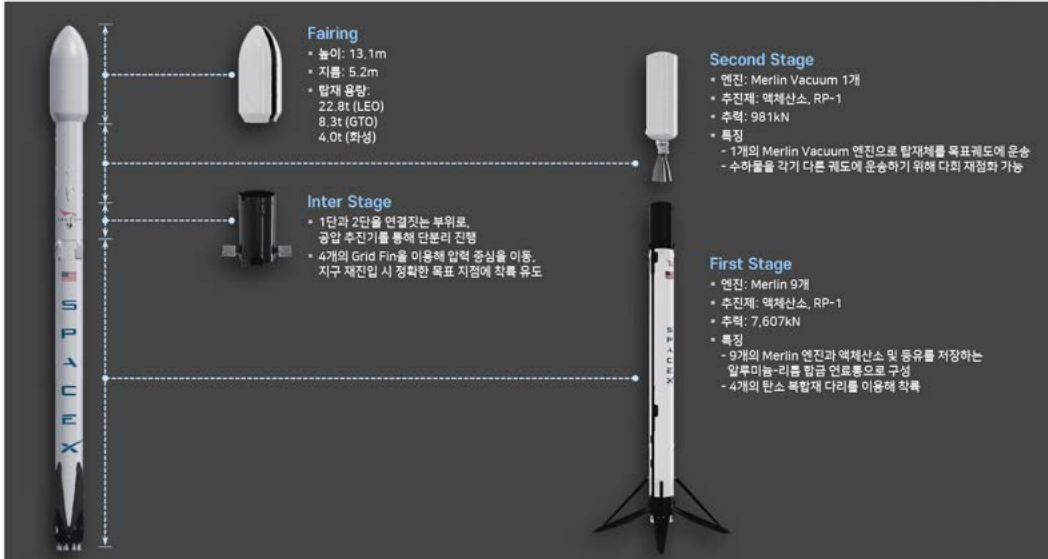
SpaceX 발사 히스토리



자료: SpaceX, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 6

SpaceX 발사체 라인업 - Falcon 9 개요



자료: SpaceX, 메리츠증권 리서치센터

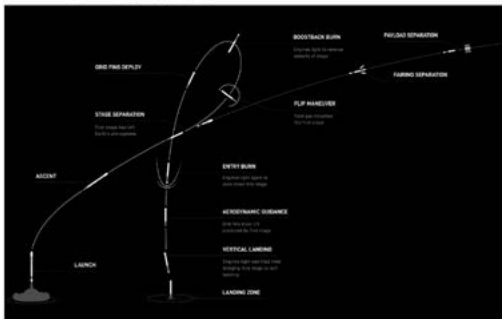
Meritz Research 7

SpaceX 발사체 라인업 - 우주의 상업화를 앞당긴 Falcon 9



- SpaceX 재사용 발사체 성공**
- SpaceX는 Falcon 9 재사용 발사 성공으로 발사 단가를 혁신적으로 낮춰 우주의 상업화를 앞당긴 주역
 - SpaceX는 2012년부터 1단 발사체 회수를 시도했으며, 2015년 12월 Falcon 9 FT 첫 비행에서 성공
 - SpaceX는 페어링(Fairing)을 회수해 재사용할 경우 1회 발사에 최대 \$6M 절약이 가능하다는 추정 하에 페어링 회수를 시도했으며, 2019년 4월 Arabsat-6A 미션에서 두 개의 페어링 모두 회수에 성공

Falcon 9 궤도 비행 후 회수 과정



자료: SpaceX

해상 착륙에 성공하는 Falcon 9



자료: SpaceX

Meritz Research 8

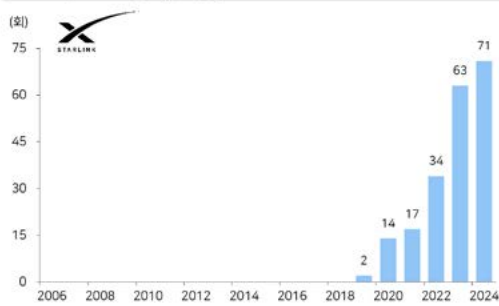
SpaceX 발사체 라인업 - 저궤도 군집 위성의 첨병 Falcon 9



주력 발사체 Falcon 9으로 Starlink 위성망 구축

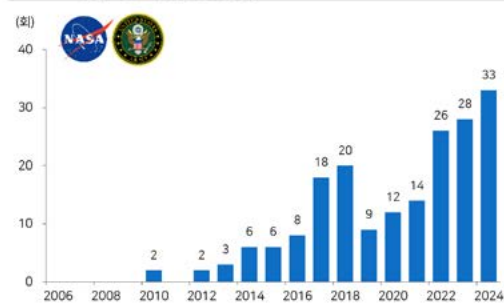
- Falcon 9은 미 국방부와 NASA는 물론 민간 위성 고객으로부터 의뢰를 받아 발사 서비스를 제공하며, SpaceX의 Starlink 저궤도 위성 통신망 구축을 위한 핵심 발사체로 다수의 임무를 수행
- 2024년 11월 현재 Falcon 9의 총 발사 성공 횟수 388회 중 정부 및 고객사향 발사는 187회인 반면, Starlink 구축을 위한 단독 발사 횟수는 201회 기록
- Starlink 위성망 구축을 위한 Falcon 9 발사는 수익이 없는 반면, 비용으로만 반영

Falcon 9의 Starlink 단독 발사 횟수



자료: 메리츠증권 리서치센터

Falcon 9의 정부 및 고객사향 발사 횟수



자료: 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 9

SpaceX 발사체 라인업 - Falcon 9 발사 수익 및 비용 추정



Falcon 9 발사 수익과 비용

- SpaceX는 Falcon 9 서비스 가격을 2022년 3월 기준 \$62M에서 \$67M으로 +8.1% 인상했으며, 2024년 8월에는 다시 한번 69.75M으로 +4.1% 인상 결정
- 일론 머스크가 2018년 공개한 내용에 따르면, Falcon 9의 First Stage 제작비는 전체 비용의 60%, Second Stage는 20%, Fairing은 10%를 차지, 나머지 10%는 발사 자체 비용(연료비, 보험료 등)으로 구성
- Falcon 9 10회 발사에 소요되는 평균 비용은 \$26.3 million 수준으로 첫 발사 대비 현저히 감소

Falcon 9 소비자 이용 가격 인상(\$62M → \$67M → \$69.75M)

CAPABILITIES & SERVICES			
FALCON 9			
Price	2019	2022	2024
	\$62M	\$67M	\$69.75M
Up to 5.5mT to GTO			
PERFORMANCE			
Destination	2019	2022	2024
Low Earth Orbit	22,800 kg 50,265 lbs	22,800 kg 50,265 lbs	22,000 kg 48,500 lbs
Geosynchronous Transfer Orbit	8,300 kg 18,300 lbs	8,300 kg 18,300 lbs	8,300 kg 18,300 lbs
Payload To Mars	4,020 kg 8,860 lbs	4,020 kg 8,860 lbs	4,020 kg 8,860 lbs

자료: SpaceX, 메리츠증권 리서치센터

Falcon 9 10회 발사에 따른 비용 추정

Launch (백만달러)	1 st stage	2 nd stage	Fairings	Booster Refurb	Fuel+ others	Launch costs
1	37.2	12.4	6.2	0.0	6.2	62.0
2	0.0	12.4	0.0	1.0	6.2	19.6
3	0.0	12.4	6.2	1.0	6.2	25.8
4	0.0	12.4	0.0	1.0	6.2	19.6
5	0.0	12.4	6.2	1.0	6.2	25.8
6	0.0	12.4	0.0	1.0	6.2	19.6
7	0.0	12.4	6.2	1.0	6.2	25.8
8	0.0	12.4	0.0	1.0	6.2	19.6
9	0.0	12.4	6.2	1.0	6.2	25.8
10	0.0	12.4	0.0	1.0	6.2	19.6
Avg.	3.7	12.4	3.1	0.9	6.2	26.3

자료: 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 10

SpaceX 발사체 라인업 - Starship 개요



Starship

- 높이: 50m
- 지름: 9m
- 엔진: Raptor Vacuum 3개, Raptor 3개
- 연료 용량: 1,200t
- 추진제: 액화 메테인, 액체산소
- 추력: 14,710kN
- 탑재 용량: 100~150t
- 특징
 - 완전 재사용 가능한 우주선, 탑승객과 화물을 구분 적재 가능하여 달, 우주, 화성까지 수송 지구 어디든 한 시간 이내 도달 가능
 - Raptor Vacuum은 더 큰 배기부와 팽창 노즐을 통해 우주에서의 효율성 극대화

Super Heavy

- 높이: 71m
- 지름: 9m
- 엔진: Raptor 33개
- 연료 용량: 3,400t
- 추진제: 액화 메테인, 액체산소
- 추력: 74,730kN
- 특징
 - Starship 1단 추진체로 33개의 Raptor 엔진 탑재
 - 완전 재사용 가능하며, 발사장으로 복귀 및 공중 회수 가능

자료: SpaceX, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 11

SpaceX 발사체 라인업 - Starship 궤도 비행 테스트



Starship 궤도 비행 테스트

- 2023년 4월 20일 SpaceX는 Starship의 첫 궤도 비행 테스트를 진행했으나, 이륙 직후 엔진 점화에 실패
- 2023년 11월 2차 시험 비행에서 핫 스테이지를 통한 단 분리에 성공했으나 통신이 끊기며 FTS 가동
- 2024년 3차 테스트에서 앞선 문제점들을 개선시켰고, 4차 테스트에서 최초로 비행 목표를 완수
- 5차 테스트에서 부스터 타워 캐치를 첫 시도만에 성공하며 기술력 입증, 본체는 궤도 비행 및 착수 성공

SpaceX의 Starship 궤도 비행 테스트 경과

2023년 4월	2023년 11월	2024년 3월	2024년 6월	2024년 10월
Test Flight 1	Test Flight 2	Test Flight 3	Test Flight 4	Test Flight 5

자료: 언론, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 12

SpaceX 발사체 라인업 - 인류 최대 성능의 Starship



인류 최대 성능을 자랑하는 Starship

- Falcon 9의 경우 1단 발사체에 Merlin 엔진 9개가 장착된 반면, Starship은 1단 발사체에 Raptor 엔진 33개를 장착해 더 높은 추력이 가능
- 재사용 측면에서도 Falcon 9은 부분 재사용인 반면, Starship은 완전 재사용 발사체
- Starship의 LEO에 대한 탑재용량은 150톤으로 Falcon 9의 18톤 대비 약 7배 이상의 규모를 자랑

SpaceX의 Falcon 9과 Starship 비교

	Falcon 9	Starship
Fully Integrated Height	70 M	121 M
Payload/Cabin Volume	145 cubic meters	1,000 cubic meters
Material	Aluminum & Carbon fiber	Stainless Steel
Engine	Merlin	Raptor
Engine Type	Open-Cycle	Full-flow staged combustion
Total Number of Engines	10	39
Propellant	Kerosene, LOX	Methane, LOX
Payload to LEO, Reusable	18.4 tons	100 - 150 tons

Theoretical Starlink Capacity	Falcon 9	Starship
	60 sats 16,620 kgs	430 sats 119,110 kgs

자료: 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 13

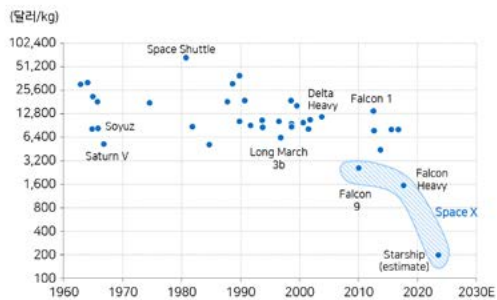
SpaceX 발사체 라인업 - 압도적 가성비 Starship



Starship 로켓 성능 비교

- Starship은 100% 재사용 가능 발사체인 만큼 저궤도 발사 시 1kg 당 운송비용은 약 \$1,000에 불과하며, 향후 2~3년 내 1kg 당 운송비용이 \$100 이하로 하락할 전망
- Starship의 저궤도 탑재용량은 현재 100~150톤이나, 개발 중인 Starship V2는 250톤까지 탑재 가능 전망
- 우주 공간에서 재급유가 가능한 만큼 더 먼 목적지까지 다양한 기능 수행이 가능

우주 발사체 비용 하락



자료: Center for Strategic and International Studies, 메리츠증권 리서치센터

일반 상용 로켓과 SpaceX 발사체 kg당 발사 단가 비교

Rocket	Payload (tons)	Flights	Total (백만달러)	Price/kg (달러/kg)	Incremental Savings (달러/kg)
Conventional	20	1	200.3	10,015	10,015
Falcon 9 Expendable	23	1	100.3	4,401	-5,614
F9 Stage 1 Reusable (x3)	16	3	55.2	3,541	-860
F9 Stage 1 Reusable (x10)	16	10	36.2	2,265	-1,276
Falcon Heavy (x2)	60	2	80.9	1,348	-917
Starship (x10)	100	10	19.0	190	-1,158
Starship (x50)	100	50	6.0	60	-130
Starship to Mars	100	1	53.0	530	470

자료: Center for Strategic and International Studies, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 14

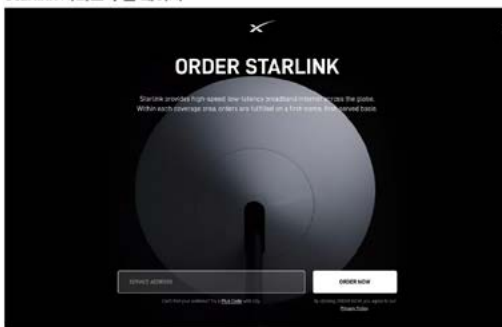
SpaceX의 저궤도 위성통신 사업 스타링크(Starlink)



SpaceX의 저궤도 군집 위성 프로젝트 스타링크(Starlink)

- SpaceX가 추진하는 저궤도 군집 위성 프로젝트 Starlink는 전세계를 인터넷으로 연결한다는 목표로 시작
- 미국 FCC는 2018년 3월 SpaceX의 Starlink 프로젝트를 정식 승인
- Starlink는 1세대 NGSO 위성 4,408기와 VLEO 위성 7,518기, 2세대 저궤도 위성 30,000기 발사 계획 수립

Starlink 서비스 주문 페이지



자료: Starlink

Starlink 저궤도 군집 위성 발사 계획

구분		위성수	고도(km)	경사각	
1세대	1차(NGSO)	1,584	550	53.0°	
		1,584	540	53.2°	
		720	570	70.0°	
		348	560	97.6°	
		172	560	97.6°	
2세대	2차(VLEO)	2,547	346	53.0°	
		2,478	341	48.0°	
		2,493	336	42.0°	
		7,178	328	30.0°	
		7,178	334	40.0°	
	2세대		7,178	345	53.0°
			2,000	360	96.9°
			1,998	373	75.0°
			4,000	499	53.0°
			144	604	148.0°
합계		41,926	614	115.7°	

자료: FCC, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research | 5

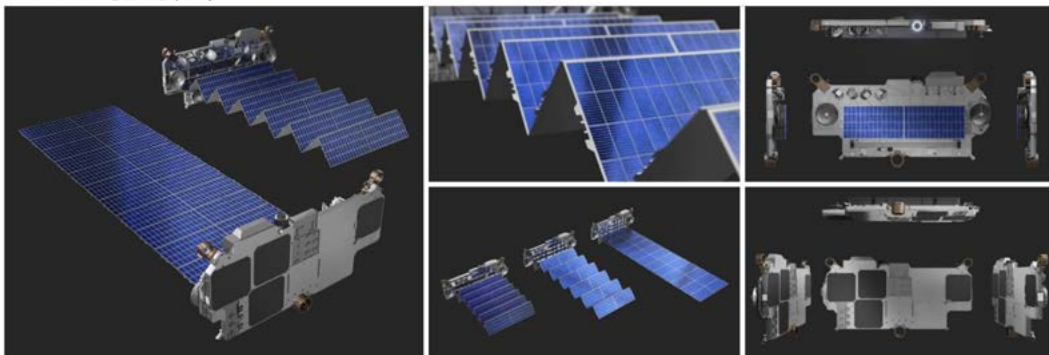
Starlink 저궤도 통신 위성



Starlink 통신 위성의 특징

- Starlink 저궤도 통신 위성은 Flat-panel 디자인으로 부피를 축소해 탑재체에 다수의 위성 적재가 가능
- 2019년 5월 v0.9 테스트 위성 발사. 2019년 11월 v1.0 상용 위성을 통해 본격적으로 네트워크 구축
- 2021년 9월부터는 기존 위성 대비 성능을 개량한 v1.5 상용 위성을 주기적으로 발사
- v1.0 위성은 무게 260kg, 대역폭 18Gbps인 반면, v1.5 위성은 무게 306kg, 대역폭 36Gbps로 추정

Starlink 저궤도 통신 위성 (v1.0)



자료: cgtrader, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research | 6

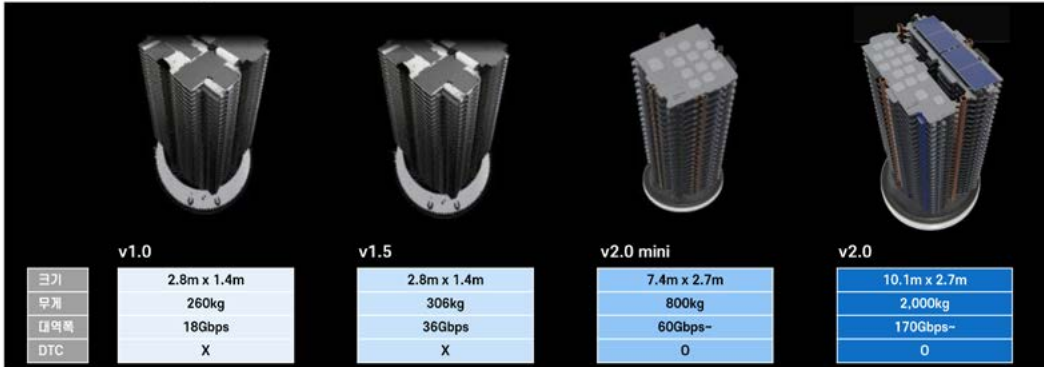
Starlink 저궤도 통신 위성의 고도화



Starlink 통신 위성 Upgrade

- 인터넷 서비스 품질 개선을 위해 Starlink는 2023년 7월부터 v2.0 mini 위성을 발사
- 2020년부터 구축한 v1.0 위성은 2.8mx1.4m 크기에 무게 260kg, 18Gbps 대역폭을 가진 반면, v2.0 mini 크기는 7.0x4.1m에 무게 800kg으로 약 3배 커졌으며, 대역폭은 3.3배 개선한 60Gbps 이상
- Starlink는 v2.0 mini 위성을 주력으로 발사해 네트워크 품질 개선 및 글로벌 상용 서비스 속도를 향상 중

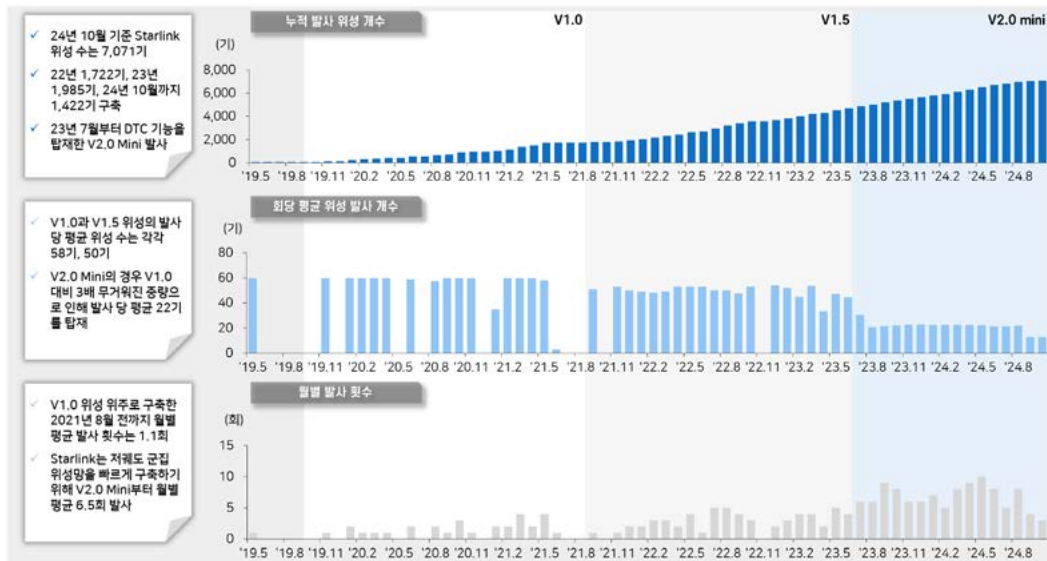
Starlink 통신 위성 Version Upgrade



자료: 언론, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 17

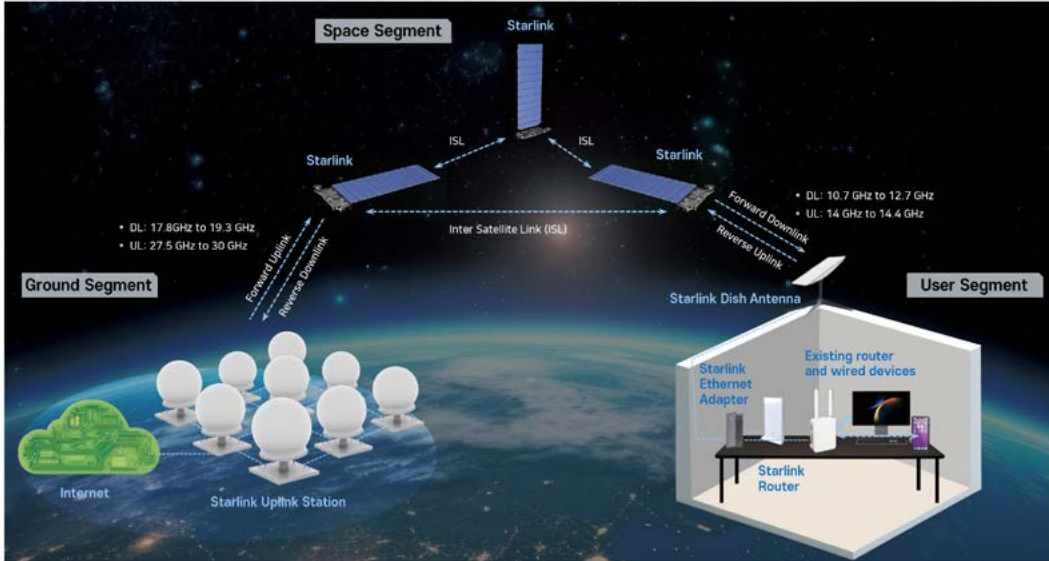
Starlink 저궤도 통신 위성 발사 지표



자료: SpaceX, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 18

Starlink 저궤도 위성통신 네트워크 구조



자료: SpaceX, 연론, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 19

Starlink 사용자 단말(User Terminal) 라인업



다양해진 Starlink 사용자 단말 라인업

- Starlink 사용자 단말(User Terminal) 라인업은 점차 다양해지는 중
- 가정용으로 판매되는 Standard 단말기 가격은 \$599, 기업용 단말기 High Performance는 \$2,500
- High Performance의 경우 Standard 대비 공중을 향해 35% 더 노출되어 있어 장애물이 있거나, 위도 59도 이상의 극지방 및 적도 지역에서도 개선된 서비스가 가능
- 지난 7월 출시된 휴대용 단말기 Starlink Mini는 430 x 334 x 79 mm 크기에 1.1kg 무게로 휴대성을 극대화

Starlink 사용자 단말(User Terminal) 라인업



자료: Starlink, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 20

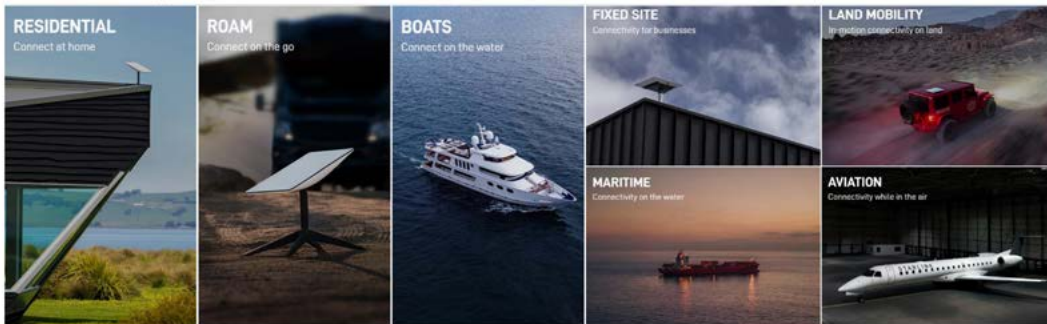
Starlink 서비스 영역



Starlink의 서비스 영역

- Starlink는 2020년 10월 북미 지역 대상으로 베타 서비스를 제공했고, 2021년 10월부터 정식 서비스 시작
- 2024년 11월 기준 Starlink는 중국과 러시아 등 일부 국가를 제외한 전세계 112개국에 정식 서비스 중
- 2023년 3월에는 아프리카, 중국 등 일부 지역을 제외하고 Starlink 글로벌 로밍 서비스를 시작
- B2B 기업 고객 대상으로는 고정형 인터넷과 모빌리티, 해상 및 기내 인터넷 서비스를 제공하며 영역 확장

Starlink B2C & B2B 서비스



자료: Starlink, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 21

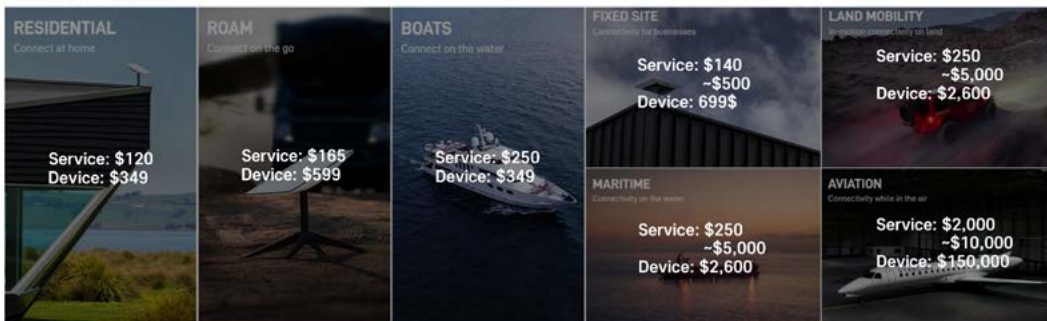
Starlink 서비스 이용 가격



Starlink 서비스 이용 가격

- Starlink의 Residential 이용료는 월 \$120 수준이며, Roaming 이용료는 \$165
- Starlink B2B 서비스 중 고정형 인터넷 서비스의 월 이용료는 \$140~500 수준이며, 모빌리티는 \$250~5,000, 해상용 서비스는 \$250~5,000의 월 이용료 수준
- 기내 인터넷 서비스 이용료는 월 \$2,000 이상이며, 통합 단말기 가격은 \$150,000
- Starlink 서비스 및 단말 가격은 국가/지역마다 상이하며, 최근에는 혼잡 요금(Congestion Charge)을 부과하면서 네트워크 과부하 지역의 용량 부족 사태를 방지

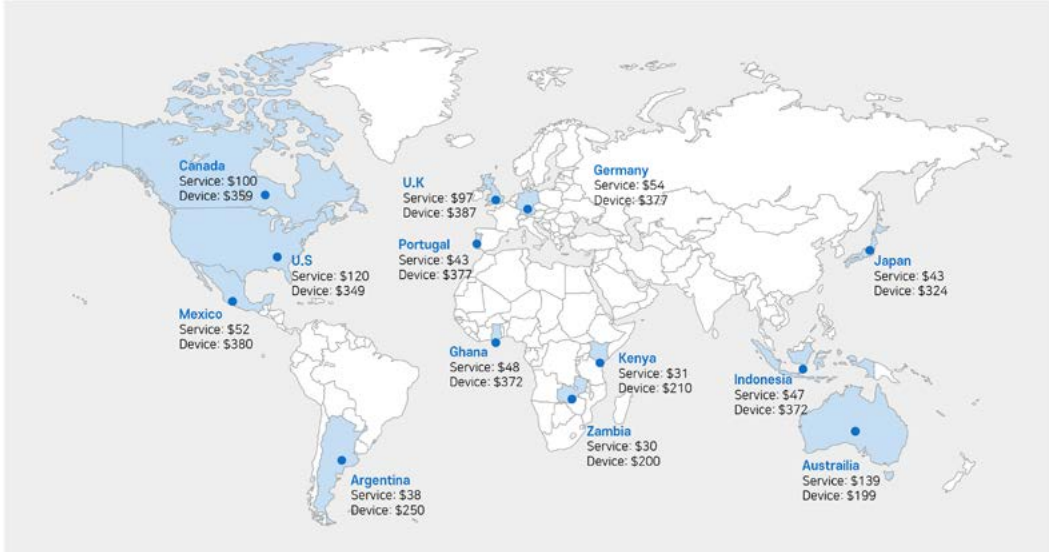
Starlink 서비스 영역



주: Starlink 서비스 요금은 월 이용료 기준
자료: Starlink, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 22

주요 국가별 Starlink B2C 서비스 이용 가격



자료: Google, SpaceX, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 23

Starlink B2C 서비스 – Life Changer Starlink



일상을 변화시키는 Starlink

- 2022년 11월 Starlink가 알래스카 지역에서 저궤도 위성 통신 서비스를 제공한지 2년이 지난 현재 알래스카의 26만 가구 중 10% 이상이 Starlink 서비스를 이용 중인 것으로 파악
- 알래스카에서 정지궤도 위성을 이용한 기존 인터넷 서비스 대비 Starlink는 가격 대비 높은 품질을 제공
- 2024년 1월 1일 일본 이시카와현 지진 피해 당시에도 KDDI는 Starlink와 협력해 피해 지역에 인터넷을 제공
- 트럼프는 2024년 9월 허리케인 피해로 통신이 두절된 노스캐롤라이나 지역에 Starlink 서비스 제공을 요청

알래스카 가구의 10% 이상이 Starlink 사용



자료: X

일본 이시카와 지진 피해 복구에 활용된 Starlink



자료: KDDI

노스캐롤라이나 피해 지역에 Starlink 요청



자료: CBS17

Meritz Research 24

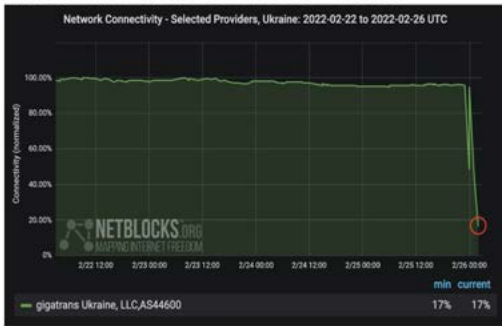
Starlink B2C 서비스 – Game Changer Starlink



전쟁의 판도를 바꾼 Starlink

- 2022년 2월 24일 러시아의 우크라이나 침공으로 우크라이나 내부 인터넷망 일부가 마비
- Mykhailo Fedorov 우크라이나 부총리는 트위터 계정을 통해 일론 머스크에게 인터넷 지원을 요청
- 머스크는 USAID와 함께 총 5천대의 Starlink 단말기를 지원해 우크라이나 내 위성 인터넷 서비스를 활성화
- 우크라이나 정부 요청으로 활성화된 Starlink 서비스는 별다른 장애 없이 광대역 인터넷 접속 가능

러시아 침공 이후 인터넷 연결에 문제가 발생한 우크라이나 상황



자료: Netblocks

우크라이나에 위성 인터넷 서비스를 지원한 Starlink



자료: Twitter, 언론

Meritz Research 25

Starlink B2B 서비스 – ① 해상용 인터넷 서비스 Starlink Maritime



해상용 (Maritime) Starlink 서비스 출시

- SpaceX는 2022년 7월 해상용 (Maritime) Starlink 서비스를 출시
- 현재 대부분의 바다에서 서비스가 가능한 커버리지를 구축했으나 아프리카 등 일부 지역 지연속도 개선 필요
- 해상용 Starlink 서비스는 월 \$250~\$5,000요금이 부과되며, 통합 단말기 가격은 \$2,600 수준

Starlink 해상용 (Maritime) 지연속도 맵



자료: 언론

Starlink 해상용 서비스



자료: Starlink

Meritz Research 26

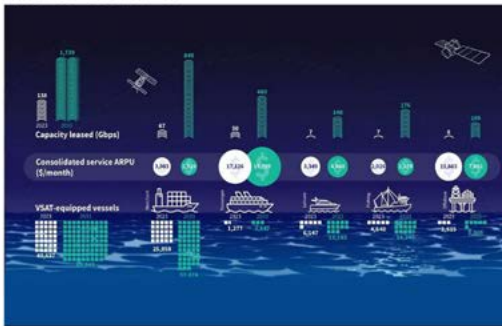
Starlink B2B 서비스 - ① 해상용 인터넷 서비스 Starlink Maritime



해상용 위성 통신 시장 전망

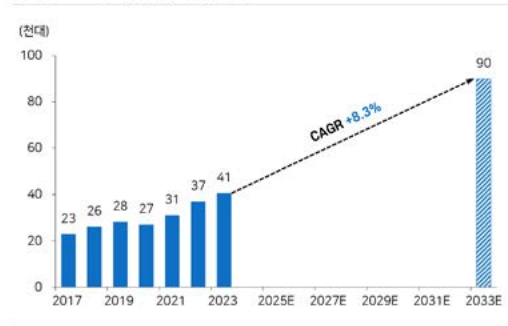
- Starlink 시장 진입으로 2023년 해상용 위성 통신 대역폭 사용량은 전년 대비 두 배 증가한 138Gbps 기록
- 서비스 이용료 하락으로 사용량이 급격히 증가하면 2033년에는 약 13배 증가한 1.7Tbps를 기록할 전망
- 한편, 전세계 위성 통신 서비스 이용 선박수는 2023년 40,637척을 기록했으며, 향후 10년간 연평균 +8.3% 성장해 2033년에는 89,849척의 선박이 위성 통신 서비스를 사용할 전망

해상용 위성 통신 시장 전망



자료: Euroconsult

글로벌 VSAT 장착 선박 추이 및 전망



자료: Euroconsult, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 27

Starlink B2B 서비스 - ② 기내 인터넷 서비스 Starlink Aviation



기내 인터넷 서비스 기술 변화

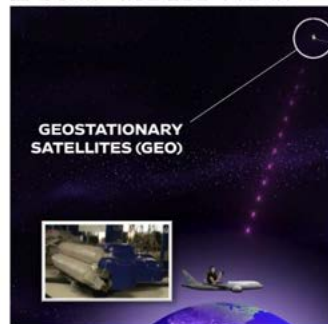
- 과거 3G 기반의 Air to Ground 방식은 기체 하단에 안테나를 장착. 속도는 3Mbps로 웹 서핑 용도에 불과
- 현재 정지궤도 위성을 활용한 기내 인터넷 속도는 22Mbps로 동영상 스트리밍은 가능하나, 탑승객의 40% 이상이 사용하기 불가능하고, 약 35,000Km의 거리 차이에서 발생하는 800ms 수준의 지연 속도가 단점
- 저궤도 위성 기반의 기내 인터넷은 지연 속도가 100ms에 불과해 스트리밍을 넘어 실시간 화상회의도 가능

[과거] Air to Ground 기내 인터넷 방식



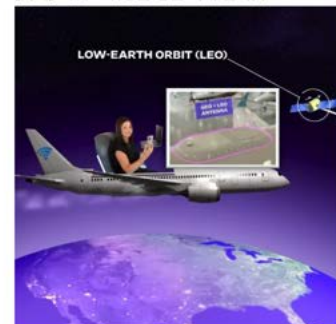
자료: WSJ, 메리츠증권 리서치센터

[현재] 정지궤도 위성을 활용한 기내 인터넷



자료: WSJ, 메리츠증권 리서치센터

[미래] 저궤도 위성을 통한 기내 인터넷



자료: WSJ, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 28

Starlink B2B 서비스 - ② 기내 인터넷 서비스 Starlink Aviation



기내 인터넷 서비스
Starlink Aviation 출시

- SpaceX는 2022년 10월 기내 인터넷 서비스를 제공하는 Starlink Aviation 전용 단말기를 출시
- Starlink Aviation은 항공사 대상으로 월 \$12,500~\$25,000 부과하며, 통합 단말기 가격은 \$150,000 책정
- Starlink Aviation 서비스는 전세계 어디서든 접속 제한 없이 무제한으로 350Mbps 속도를 제공
- 기내 WiFi 서비스를 제공하던 Gogo와 ViaSat 서비스는 10~20Mbps 속도에 시간당 \$12의 가격 부담
- 현재 하와이 에어라인과 서비스 제휴를 맺었으며, JSX 포함 일부 항공사와 서비스 이용 계약을 체결

Starlink Aviation 서비스 출시



자료: Starlink

Meritz Research 29

Starlink B2B 서비스 - ② 기내 인터넷 서비스 Starlink Aviation



기내 인터넷 시장을 개척하는
Starlink

- 2024년 10월 카타르 항공의 보잉 777 항공기에 Starlink WiFi 서비스를 제공
- 카타르 항공은 2025년까지 모든 보잉 777 기종에 Starlink 서비스를 장착해 승객에게 무료로 제공할 계획
- United Airlines, Air France, Qatar Airways 등 각국 항공사 약 2,500대 항공기가 Starlink Aviation 가입

Starlink 기내 인터넷 서비스를 제공하는 카타르 항공



자료: Qatar Airways

Starlink Aviation 가입 항공사 현황

계약시기	항공사	비고
2024.10	Qatar Airways	2025년까지 모든 보잉 777 기종에 설치 예정, 2024년 10월 기준 64기, 2025년까지 60기 추가 인수 예정
2024.09	United Airlines	자사의 모든 항공기에 Starlink를 장착는 계약 발표, 2024년 10월 기준 973기 보유, 2032년까지 735기 추가 인수 예정
2024.09	Hawaiian Airlines	최초로 스타링크를 도입한 대형 항공사. A321 neo를 시작으로 A330 기종 24기에 설치 완료
2024.09	Air France	2025년부터 모든 항공기에 도입 예정, 2024년 10월 기준 여객기 223기, 화물기 2기 보유. 추후 31기 추가 인수 예정
2023.05	JSX	운항중인 Embraer ERJ 40기 전체에 스타링크 도입
2023.01	airBaltic	Airbus A220-300 전 기체에 탑재 예정, 2024년 7월 기준 48기, 2024년 8월 42기 추가 발주
2023.01	Zipair	아시아 최초 스타링크 도입 항공사. 보잉 787 기종 8기 보유

자료: 각 사, 언론

Meritz Research 30

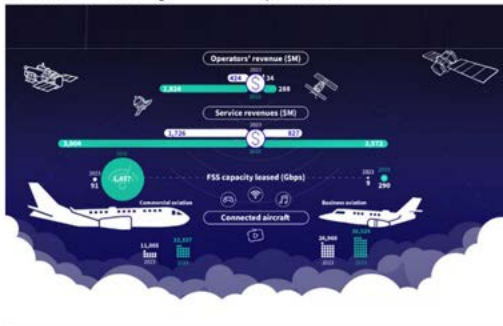
Starlink B2B 서비스 - ② 기내 인터넷 서비스 Starlink Aviation



상업용 기내 인터넷 시장
연평균 +8.5% 성장 전망

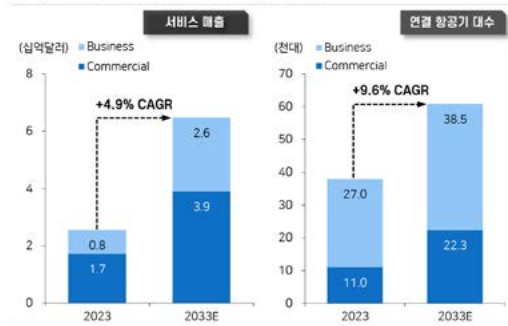
- 글로벌 상업용 항공기 인터넷 시장은 2023년 17억달러에서 2033년 39억달러로 연평균 +8.5% 성장 전망
- 2023년 기준 전세계 상업용 항공기 중 기내 인터넷(Inflight Connectivity) 제공 항공기는 11,005대
- 2033년에는 전세계 상업용 항공기 중 22,337대에 인터넷 연결이 가능할 전망
- 위성 기술 발전으로 상업용 항공기의 FSS 용량은 2023년 91Gbps에서 2033년 1,837Gbps로 증가할 전망

글로벌 기내 인터넷(Inflight Connectivity) 시장 전망



자료: Euroconsult

글로벌 기내 인터넷 시장 규모 및 연결 항공기 전망



자료: Euroconsult, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 31

Starlink B2B 서비스 - ③ 모바일 서비스 Direct To Cell



단말과 위성간 직접 통신과
Starlink의 Direct To Cell

- Apple의 iPhone 긴급구조 요청 서비스는 전용 모뎀이 장착된 단말과 위성간 직접 통신을 지원
- Viasat은 3GPP의 비정상네트워크(NTN) 표준을 따르며 단말과 위성 모두 표준화된 프로토콜에 의해 통신
- Starlink는 V2.0 mini 위성에 eNodeB를 배치해 셀 커버리지를 만들어 기존 사용자 단말과 즉각 연결이 가능

기술별 위성 모바일 통신 구현 방식과 Starlink의 Direct To Cell



자료: 각 사, 언론, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 32

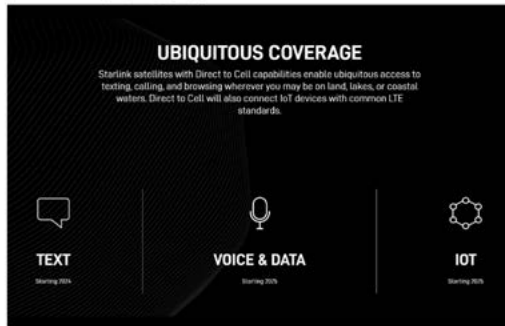
Starlink B2B 서비스 – ③ 모바일 서비스 Direct To Cell



Starlink DTC 서비스

- Starlink의 Direct To Cell 서비스는 2024년 문자 메시지를 시작으로, 2025년 음성 통화 및 데이터 서비스, 2026년부터는 사물인터넷(IoT) 서비스를 지원하며 사업 영역을 확장한다는 계획
- Starlink는 지상 주파수를 확보하고 있지 않기 때문에 글로벌 8개 MNO 사업자들과 협력 관계를 구축
- 2022년 8월 미국 T-Mobile, 2023년 4월 캐나다 Rogers, 2023년 8월 일본 KDDI와 협업을 발표

Starlink DTC 서비스 확장 계획



자료: Starlink

Starlink DTC 글로벌 파트너 통신사



자료: Starlink, 메리츠증권 리서치센터

Starlink B2B 서비스 – ③ DTC가 제공하는 유비쿼터스 IoT



위성 통신과 IoT의 최적 사례 존 디어(John Deere)

- 1837년 설립된 John Deere는 농기계 분야 글로벌 시장 점유율 32%로 독보적인 1위 사업자 John Deere는 지난 6년간 약 60억달러를 투자해 자율주행, GPS 관련 기업을 인수하는 등 농업 혁신을 주도
- John Deere는 2024년 1월 농기계에 자율성 및 연결성을 부여하기 위한 최적의 파트너로 Starlink를 선정 - John Deere는 통신이 연계된 농기계를 2023년 60만대에서 2026년 150만대까지 확대한다는 방침
- 위성 통신으로 농업 데이터를 분석 및 활용할 경우 ① 병해충 발생 현황 파악과 농산물 수급 조절에 활용되고, ② 복잡한 지형 및 환경 변화 탐지에 용이하며, ③ 자연재해 모니터링 등을 통해 생산성이 향상
- 위성 기술 도입 시 향후 10년 내 전 세계적으로 약 50% 증가가 예상되는 식량 수요를 해결할 수 있을 전망

John Deere 트랙터에 적용된 위성 수신 단말기(SF1 6000)



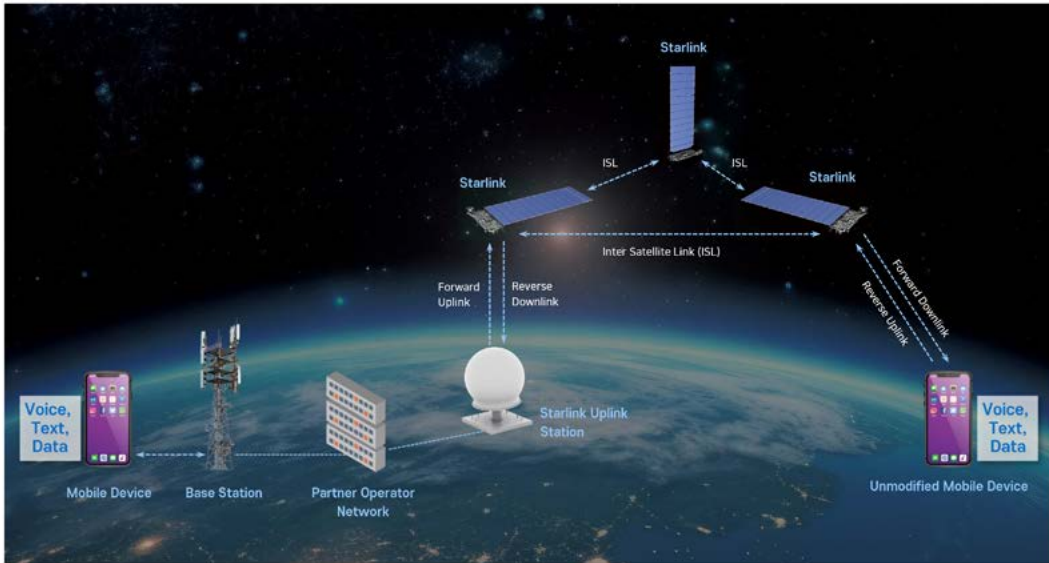
자료: John Deere, 메리츠증권 리서치센터

연결성을 통한 수확량 향상을 보조하는 정밀 농업 솔루션



자료: John Deere, 메리츠증권 리서치센터

Starlink DTC(Direct To Cell) 네트워크 구조



자료: SpaceX, 언론, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 35

Starlink 서비스 국가 및 가입자 현황



2024년 9월 Starlink
유료 가입자 400만명 돌파

- Starlink는 현재 미국, 캐나다, 영국, 독일, 일본, 나이지리아 등 전세계 100개국 이상에서 정식 서비스 중
- 일론 머스크는 2022년 2월과 6월 각각 Starlink 유료 가입자를 25만명, 50만명 수준이라고 언급했으며, 2022년 12월 기준 100만명을 기록한 데 이어, 2024년 9월에는 400만명을 돌파했다고 밝힘
- Starlink 유료 가입자 순증 규모는 2021년 19만명, 2022년 81만명, 2023년 130만명을 기록했으며, 2024년에는 1월부터 9월까지 170만명 순증하며 가파르게 증가

Starlink 유료 가입자수 추정



자료: 언론, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 36

Starlink 서비스 지역 및 게이트웨이 분포 현황



자료: Google, SpaceX, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 37

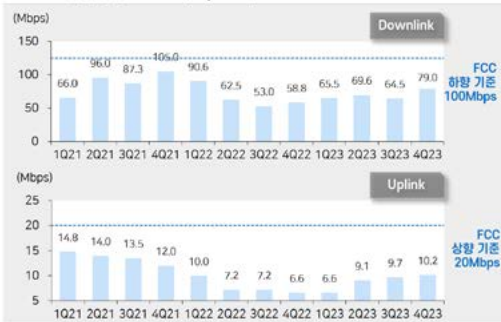
점진적으로 개선되고 있는 Starlink 서비스 품질



인터넷 품질 개선을 위해
위성 통신망 구축 가속화

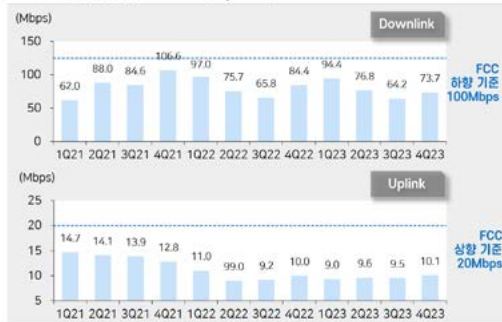
- Starlink는 2021년부터 미국과 캐나다 시장을 우선적으로 상용 서비스를 제공
- 2022년 급격한 가입자 증가로 2Q22 미국과 캐나다 Downlink 속도는 각각 53.0Mbps, 65.8Mbps를 기록
- 3Q22 이후 Starlink의 저궤도 위성 구축 속도가 빨라지고 위성 성능이 개선됨에 따라 Downlink 속도 개선
2024년 3월 개정된 FCC의 초고속 인터넷 기준인 Downlink 100Mbps, Uplink 20Mbps에 근접할 전망

Starlink 미국 통신 Downlink/Uplink 속도



자료: Ookla, 메리츠증권 리서치센터

Starlink 캐나다 통신 Downlink/Uplink 속도



자료: Ookla, 메리츠증권 리서치센터

Meritz Research 38

많은 시간과 비용이 소요되는 우주비행사 육성



우주비행사 육성과 그를 대체하는 로봇 & AI

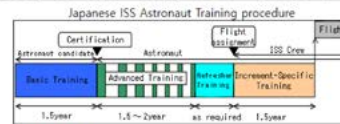
- Polaris dawn 프로그램 민간 참여자 Jared Isaacman은 2.5년의 훈련기간 소요
- 영국 우주비행사 Tim peake는 우주정거장 탑승까지 6년을 훈련
- 유럽은 우주비행사 육성에 3단계를 거쳐야 하며, 기본 훈련 16개월, 고급 훈련 1년, 증분별 훈련 18개월
- 러시아는 일반 훈련 2년, 단체 훈련, 승무원 훈련 1.5년
- 일본은 기본 훈련 1.5년, 1.5~2년의 고급 훈련, 마지막으로 증분별 훈련

NASA의 우주비행사 훈련 내용



자료: NASA

일본우주항공연구개발기구(JAXA) 우주비행사 교육 일정 및 기간



- Basic Training:** Learn basic skills and technology necessary for astronauts.
- Advanced Training:** General ISS operation training (NASDA will conduct training related to Kibo.)
- Increment-Specific Training:** Training related to individual crew member's roles. (NASDA will conduct training related to Kibo.)
- Refresher training:** Review training for maintaining skills of astronauts who have finished all training courses.

자료: JAXA

Meritz Research 39

Tesla의 Optimus와 SpaceX의 미래



Tesla Optimus & SpaceX

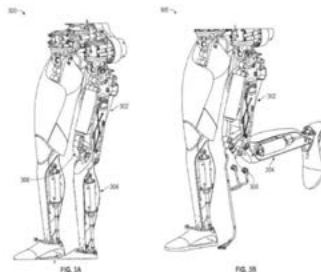
- 옵티머스(Optimus)는 2021년 Tesla가 AI Day에서 발표한 인간형 로봇
- Tesla는 힘든 노동을 대체하는 로봇으로 대중에 소개하며 Autopilot 개발에 사용된 AI 기술을 적용
- 2023년 12월 2세대 Optimus가 공개됐으며, 걷는 속도와 동작이 빨라지고 자연스러워졌다는 평가
- Tesla가 공개한 기술 중 '로봇 무릎 관절 조립을 위한 시스템 및 방법'과 케이블 구동 손가락을 이용한 저작운동은 험난한 지형지물이나 정교한 수작업 임무 수행 시 용이

Tesla 옵티머스(Optimus)



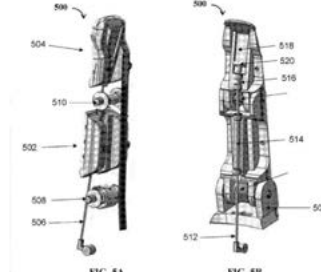
자료: Tesla

Optimus 로봇 무릎 관절 조립 특허



자료: Tesla

Optimus 케이블 구동 손가락 특허



자료: Tesla

Meritz Research 40

화성 탐사에 적용되는 로봇과 AI 기술



AI를 적용한 화성 탐사선 Perseverance Rover

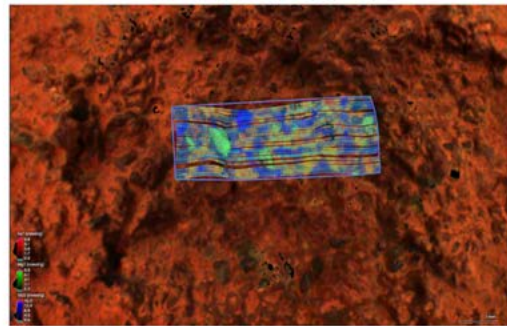
- NASA의 화성 탐사선 Perseverance Rover는 화성의 암석을 실시간으로 분석하고 자율적인 의사결정을 내리는 데 AI가 적용된 첫 번째 사례
- Perseverance Rover에 탑재된 X선 분광기 PIXL(Planetary Instrument for X-ray Lithochemistry)에는 암석 표면 전체의 화학적 구성을 스캔하여 과거 미생물 존재 여부를 스스로 판단
- PIXL은 암석의 크기 영역을 스캔하여 발사한 X선을 통해 화성의 광물지도를 스스로 구성

화성 탐사선 Perseverance Rover에 탑재된 PIXL



자료: NASA

Perseverance Rover의 PIXL을 통해 암석의 성분을 파악



자료: NASA

Meritz Research 41

Tesla 옵티머스(Optimus)의 우주 탐사 활용



Tesla Optimus와 우주 탐사

- 우주 탐사에는 통신 지연으로 인한 일정 수준의 자율성이 필요하며, 옵티머스를 구동하는 AI는 예상치 못한 상황에서 실시간으로 문제를 해결하기 위한 훈련이 가능
- Data Science Central에 따르면, 화성 탐사에 인간 대신 로봇을 보낼 경우 비용이 1/10로 축소 가능
- 궁극적으로 화성 개척을 위한 SpaceX의 프로젝트에서 인간보다는 AI를 탑재한 로봇의 활용도가 우수

인간 대비 1/10에 불과한 로봇(AI)의 화성 탐사 비용

NASA's Perseverance rover, which self-guided to a landing on Mars last year, cannot recognize Martian terrain and humans. This isn't a shortcoming of AI itself but rather a lack of training data, we don't exactly have a plethora of historical Martian images with which to train the AI. To combat the problem, a Zooiverse citizen science project is underway to better train neural networks to recognize Martian land features using images from the Mars mission [3]. The hope is that, soon, NASA may be able to dispense with the human classification element entirely. "Further AI advances," Goldsmith and Rees write, "will continue to tilt the balance favor robots."

AI is more suited for space travel.

As well as AI's masterful classification abilities, there's another major benefit to sending robots into space instead of humans: we haven't yet figured out a way for humans to safely travel in space. Goldsmith and Rees write that even a relatively short universal jaunt to the red planet and back will push an astronaut over the recommended radiation dose for a full career.

An even bigger problem is the cost of providing life support systems for months on end: sending a human to Mars is fifty times more costly than sending a robot. The authors write that the estimated cost for humans to land on Mars is \$230 billion. Compare that to Perseverance's \$2.75 billion price tag, one-tenth of the proposed human mission.

자료: Data Science Central

Tesla 옵티머스의 우주 탐사 가능성



자료: Newspaceconomy.ca

Meritz Research 42

지구와 화성을 연결하는 마스링크(Marslink) 개념



Starlink에 이은 Marslink

- SpaceX는 화성에 인터넷 연결을 제공하기 위해 Starlink 네트워크를 변형한 마스링크(Marslink) 개념 제안
- NASA에 제안된 Marslink는 1.5 AU(지구와 화성 거리)에 걸쳐 4Mbps 이상의 전송 속도 제공을 목표
- AU(Astronomical Unit): 태양계의 천체 간 거리를 나타내는 천문단위로 1AU는 약 1.5억km로 정의
- Marslink는 Starlink의 레이저 통신 기술을 활용해 행성 간 지속적인 데이터 연결을 유지하는 것이 목표

2024년 11월 7일 발간된 NASA의 'Exploring Mars Together'



자료: NASA

SpaceX가 제안한 지구-화성 통신 네트워크 Marslink

Mars Next-Generation Relay Services – DRM 4 (≥4 Mb/s @ 1.5 AU)
Note: All solutions are integrated with each company's delivery capabilities

Blue Origin	Lockheed Martin	SpaceX
<ul style="list-style-type: none"> Blue Ring log configured with high performance relay payload Delivered and hosted via Blue Ring (DRM 2) Various orbits considered (LMO, high circular, inclined, semielliptical) Ka/Ku DTE capabilities match HGA, delivers 4 Mb/s @ 1.5 AU X-band proximity links, broad beam for full hemisphere and narrow beam for alternate, high data-rate 	<ul style="list-style-type: none"> Leverages LM's MAVEN spacecraft design Has propulsion system to perform MCI and transfer to communications orbit (does not need DRM 2) End-to-end scheduling, data relay service X and Ka high data rate DTE Looks to other Mars users (landed and orbiting) like a CDSN Station 	<ul style="list-style-type: none"> "Marslink" constellation derived from Starlink design Multiple SpaceX satellites placed in Mars orbit to provide full visibility and interoperability for ground and orbital assets Optical links between relay satellites and with customer satellites Exceeds requested capability, extra ability for global imaging and monitoring

자료: NASA

Track 1 _ Session 4

AI 반도체 (AI Semiconductor)

AI 반도체의 과거와 현재, 그리고 미래

- 유민수 교수 (한국과학기술원)





발표자료 미공개

MEMO

A series of horizontal dotted lines providing a space for writing a memo.

Track 1 _ Session 4

AI 반도체 (AI Semiconductor)

AI를 위한 메모리와 컴퓨팅 결합 반도체 기술:
데이터 센터에서 엣지까지
- 임의철 펠로우 (SK하이닉스)





AI를 위한 메모리와 컴퓨팅 결합 반도체 기술 데이터센터에서 엣지 까지

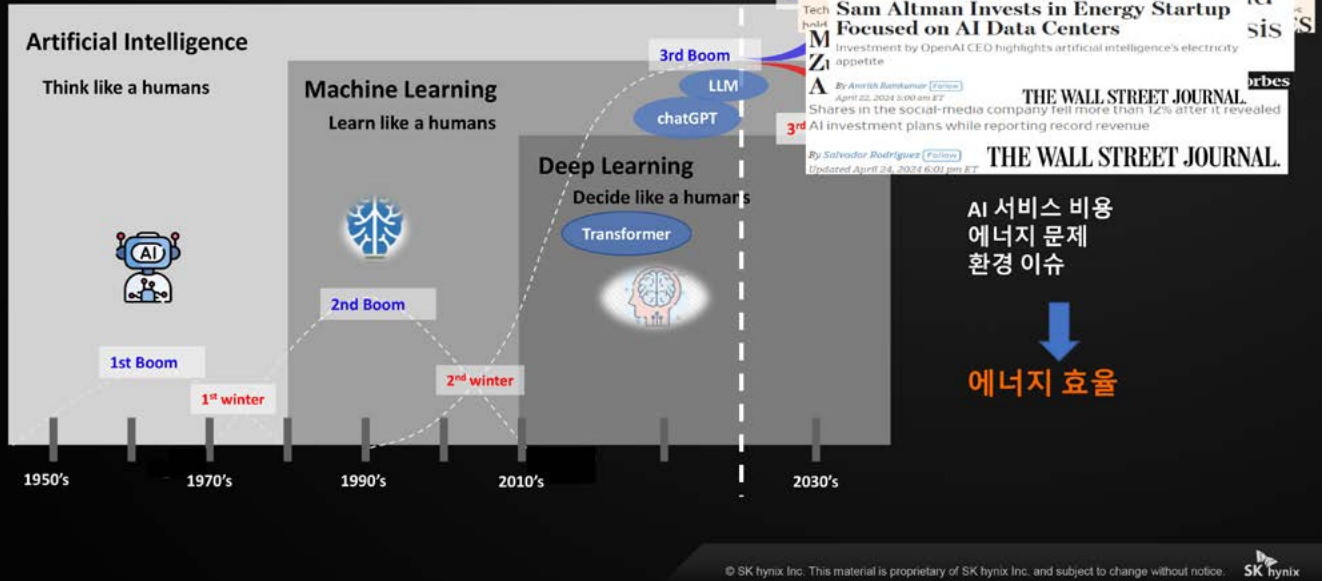
Euicheol Lim

CONTENTS

1. LLM을 위한 메모리와 컴퓨팅 결합 (AiM) 솔루션
2. Datacenter를 위한 AiM 솔루션
3. 개인 기기를 위한 AiM 솔루션
4. 요약

AI 현재 상황: 서비스 붐인가 아니면 또 다른 AI 겨울인가?

- 거대 언어 모델 (LLM)은 AI 서비스를 위한 새로운 주류 시장을 열고 있지만 해결되어야 합니다



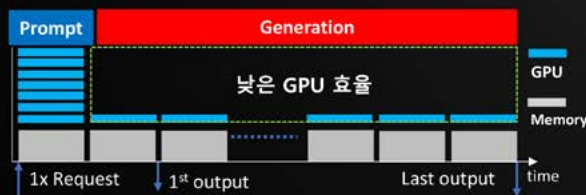
LLM 처리시 해결해야 할 문제

- 현재 컴퓨팅 시스템보다 훨씬 효율적인 시스템 필요

입력 이해(Prompt) vs. 답변 생성(Generation)

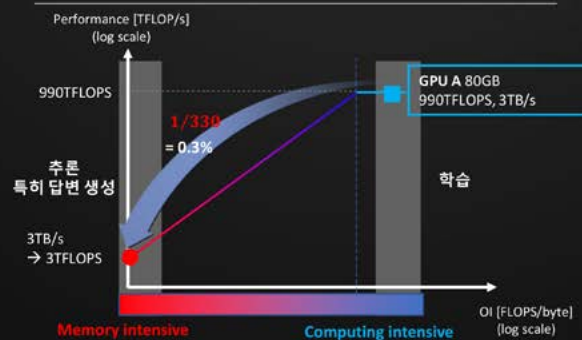
컴퓨팅 성능 중요
(computing intensive)

메모리 성능 중요
(memory intensive)



- Prompt stage**
 - 입력 토큰 병렬로 처리
 - 컴퓨팅 성능 중요 → 높은 GPU 효율
- Generation stage**
 - 출력 토큰 순서대로 처리
 - 메모리 성능 중요 → 낮은 GPU 효율

워크로드 특성에 따른 GPU 효율

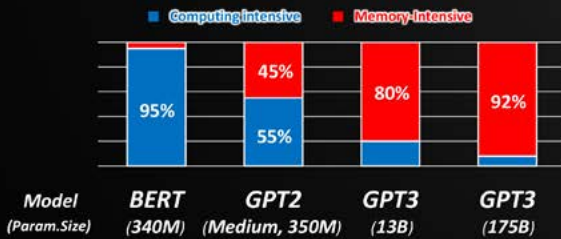


- 비용 대비 매우 낮은 GPU 효율**
 - GPU 성능의 0.3%만 활용, 동적 파워는 낭비

왜 컴퓨팅과 메모리 결합 (PIM)이 필요한가?

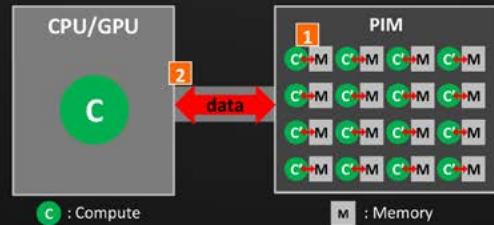
- PIM은 메모리 성능을 높이면서 power 소모를 낮출 수 있어서, 메모리에 의해서 성능과 파워가 좌우 되는 LLM 처리에 최적의 옵션임

AI 모델 크기에 따른 처리 비중 변화



- 모델 크기가 클수록, 메모리 바운드 함수의 비율이 커짐. 이에 따라, 메모리 성능이 프로세서의 성능보다 시스템 성능에 더 큰 영향을 끼침.
- 이때, 메모리 바운드 함수는 "행렬 x 벡터"라는 단일 함수(GEMV)임.

PIM(Processing in Memory)란?



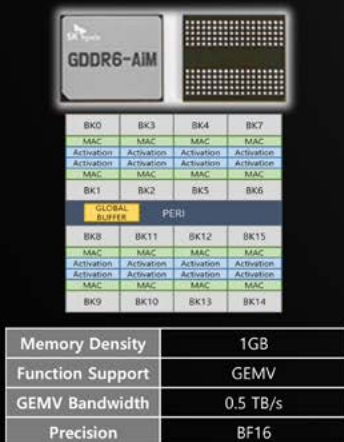
- 성능 개선
칩 내부의 메모리 बैं크를 동시 동작 시켜 성능 향상
- 에너지 효율 개선
CPU/GPU와 메모리간 데이터 이동 최소화

© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice. SK hynix

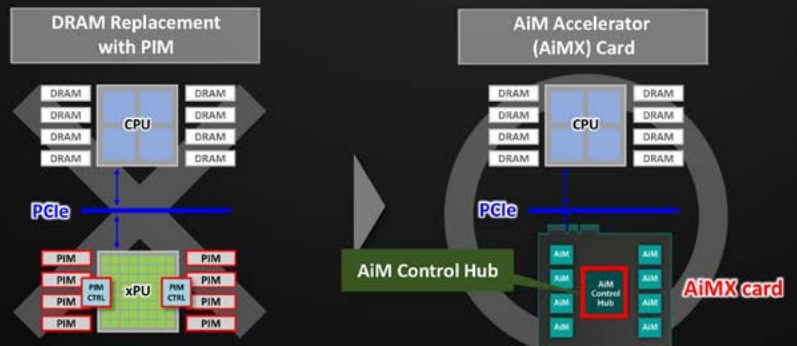
AiM & AiMX 솔루션 – PIM을 어떻게 실제 시스템에 적용할 것인가

- SK hynix의 첫번째 PIM 제품인 GDDR6 메모리 기반 PIM – GDDR6-AiM은 2022년도에 발표됨
- AiMX 카드는 AiM 기반의 AI 가속기 카드로서, 기존 AI 서버에 꽂아서 직접 사용이 가능함

AiM chip



AiMX solution

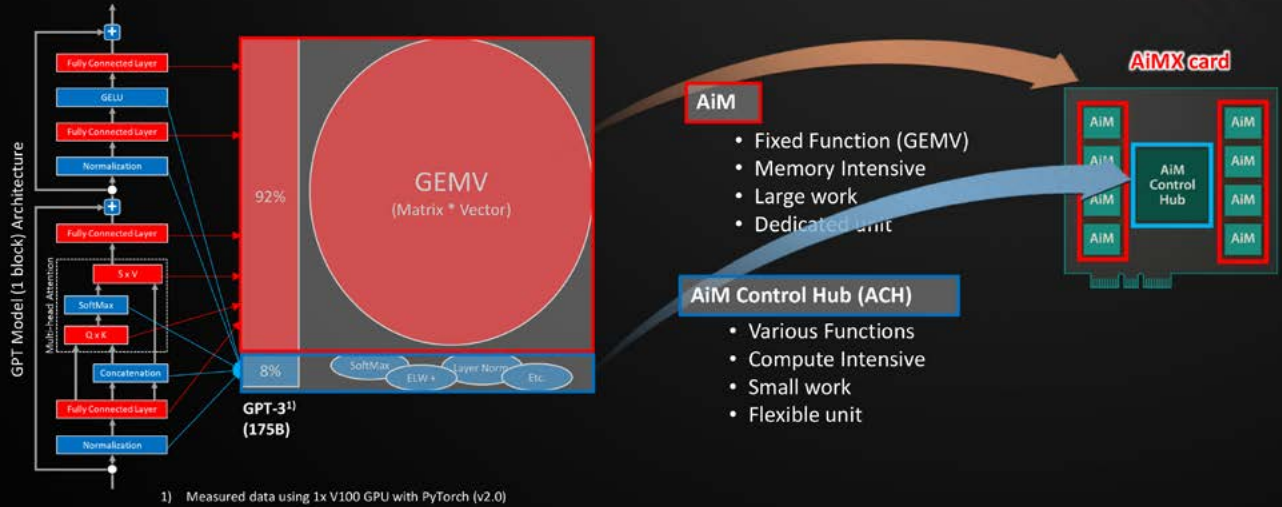


- 가속기 반도체의 설계 수정 필요
- SW 구조 대대적 변경 필요
- 가속기 반도체 수정 필요 없음
- SW 구조 변경 최소화
- AiM 제어 반도체 개발 필요

© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice. SK hynix

AiMx 아키텍처 : 효율성과 유연성

- 효율성: AiM 칩은 많은 양의 고정된 memory intensive 함수 (GEMV)를 효율적으로 처리
- 유연성: AiM-Control-Hub 칩은 적은 양의 다양한 함수를 유연하게 처리



© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice. SK hynix

CONTENTS

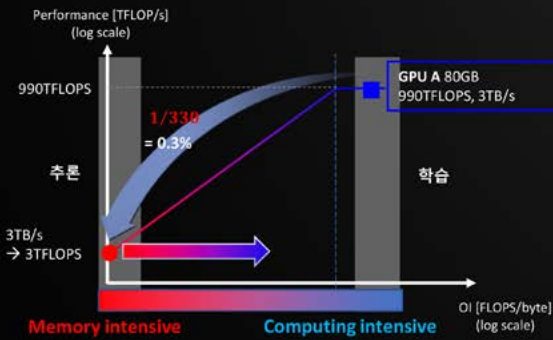
1. LLM을 위한 메모리와 컴퓨팅 결합 (AiM) 솔루션
2. Datacenter를 위한 AiM 솔루션
3. 개인 기기를 위한 AiM 솔루션
4. 요약

© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice. SK hynix

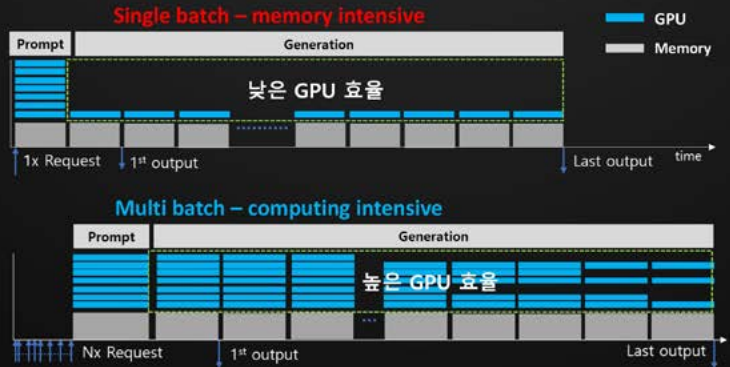
Datacenter LLM 서비스: Multi-batch

- 동시에 여러 사용자의 요청을 받아서 동시에 처리하는 방식 (multi-batch)으로 GPU 효율을 높이고 있음.

GPU 효율



Single batch vs. Multi batch



- multi-batch 방식으로 높은 GPU 효율 처리

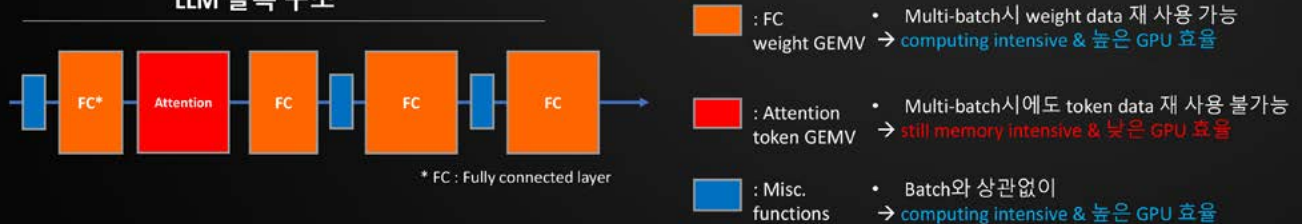
- ‘메모리 성능이 중요한 연산’이 ‘컴퓨팅 성능이 중요한 연산’으로 바뀜

© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice. SK hynix

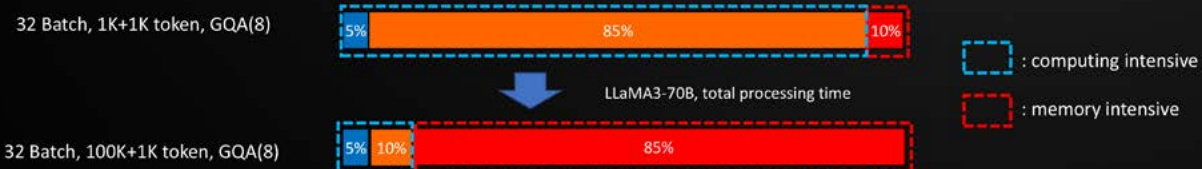
LLM 서비스 트렌드: 크게 길어진 입력/출력 토큰 길이

- Multi-batch 방식의 경우에도 긴 context 길이로 인해, 메모리 성능이 중요한 attention layer의 처리 비중이 커짐 → 이 부분을 PIM이 효율적으로 처리

LLM 블록 구조



답변 생성 시의 각 함수 처리 비중



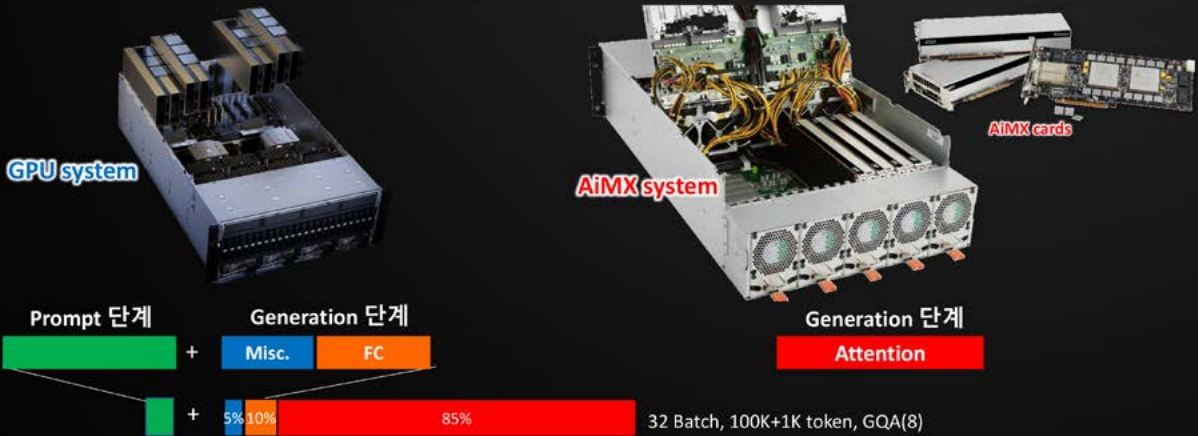
© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice. SK hynix

AiMX 제안: 이중 시스템 = GPU + AiMX

- GPU 시스템은 Prompt 단계와 Generation 단계의 일부 레이어 처리
- AiMX 시스템은 Generation 단계의 Attention 레이어 처리

GPU : Prompt 및 generation 단계 일부

AiMX : generation 단계의 attention 레이어



© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice.

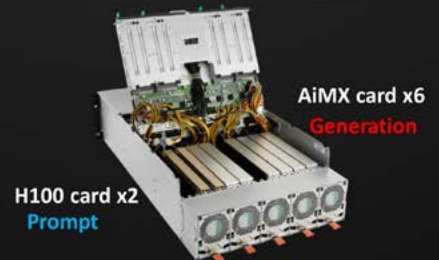


시제품 & 시연 : Multi-batch 및 긴 토큰 LLM 가속

- 6 개의 AiMX 가속 시제품 카드와 2개의 H100 카드로 LLaMA3 70B 추론 시연 (8 batch & 2K token)
- H100 은 컴퓨팅 성능이 중요한 Prompt 단계 처리, AiMX 카드는 메모리 성능이 중요한 Generation 단계 처리



Showcase system



LLaMA3	70B
Batch size	8
GQA	8
Token size	2048

© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice.





CONTENTS

1. LLM을 위한 메모리와 컴퓨팅 결합 (AiM) 솔루션
2. Datacenter를 위한 AiM 솔루션
3. 개인 기기를 위한 AiM 솔루션
4. 요약

© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice. SK hynix

왜 개인기기(Edge device)에도 PIM인가?

1. 메모리 성능이 중요한 GEMV 함수를 높은 성능과 낮은 에너지 소모로 처리 가능
2. 현재 폼팩터에 맞는 기존 메모리 패키지 사이즈 유지 가능

개인화



Single Batch
Memory intensive

배터리 시간



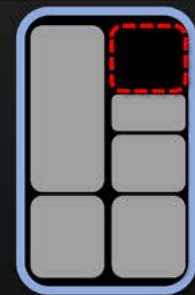
Energy Efficient

빠른 응답



Performance

폼팩터



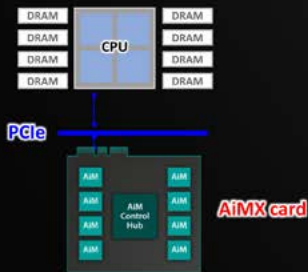
Area Restriction

© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice. SK hynix

AiMX 적용 방식: Edge device

- Datacenter와 같이 별도의 AiMX card를 제작/탑재하는 것은 폼팩터 제약으로 불가능
- 현재 모바일 시스템의 AP에 연결되어 있는 메모리를 AiM으로 대체해야 함.

Datacenter 에 AiM 적용 방식



- 가속기 반도체 수정 필요 없음
- SW 구조 변경 최소화
- AiM 제어 반도체 개발 필요

Edge 에 AiM 적용 방식



- 현재 Mobile AP나 NPU 반도체 수정 필요
- 현재 SW stack 및 OS 관련 SW 수정 및 최적화 필요

현재 고객사들과 AiM을 Mobile phone 또는 AI PC에 탑재하기 위한 구조 및 변경 사항 등에 대해서 논의 중

CONTENTS

1. LLM을 위한 메모리와 컴퓨팅 결합 (AiM) 솔루션
2. Datacenter를 위한 AiM 솔루션
3. 개인 기기를 위한 AiM 솔루션
4. 요약

AiMX 솔루션 : Datacenter 에서 Edge device 까지

Datacenter

Larger LLM size
Multi-batch
Longer context

85%

Datacenter에서는 AiMX card를 attention 가속 용도로 추가하여, LLM 서비스 가속



Edge device

Smaller LLM size
Single-batch
Long context

75%

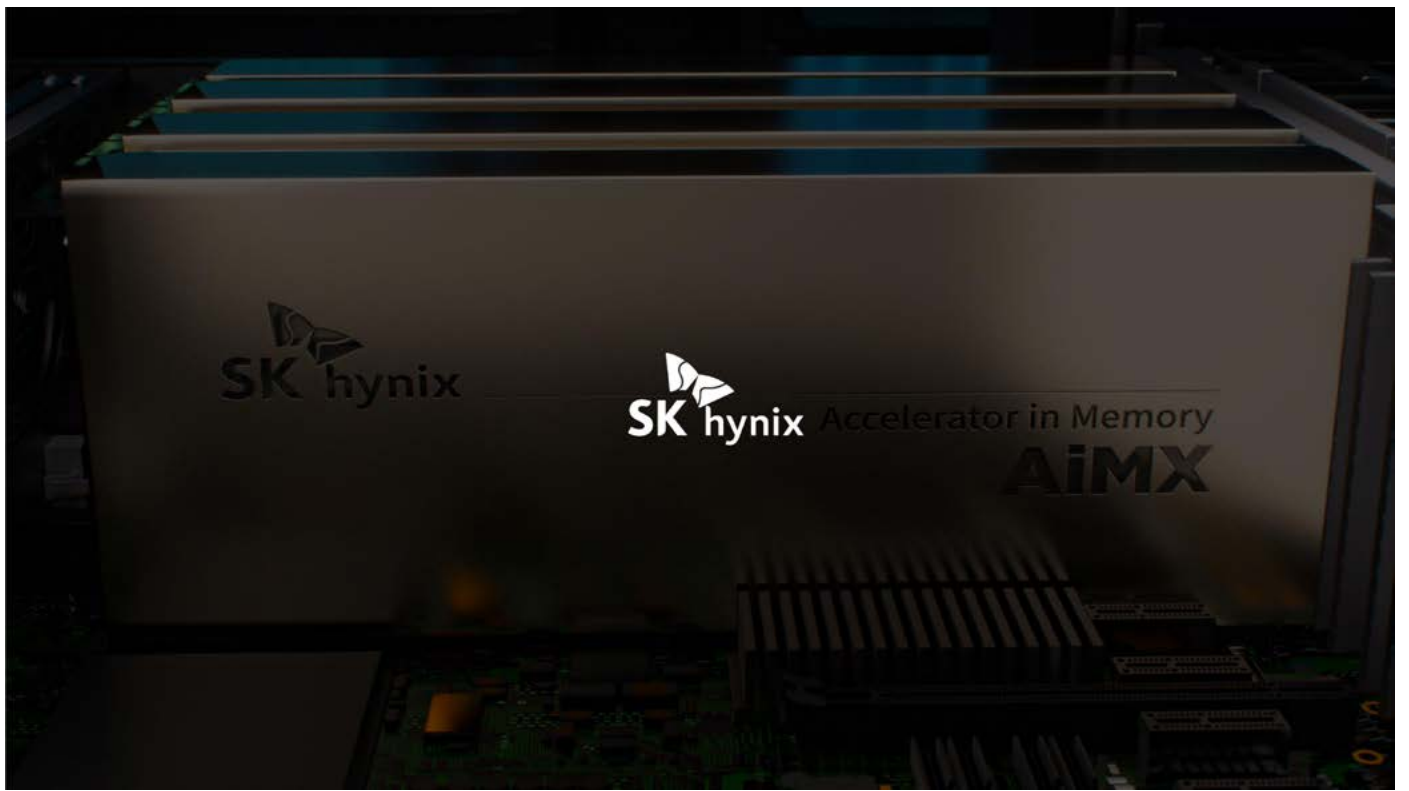
Edge device에서는 AiM으로 기존 메모리 대체하여, LLM 서비스 가속



두 시스템 모두 메모리 성능이 중요한 함수의 처리 비중이 높음

차세대 AiM으로 LPDDR 기반의 PIM을 고려하여 준비하고 있음.

© SK hynix Inc. This material is proprietary of SK hynix Inc. and subject to change without notice. SK hynix



Track 1 _ Session 5

디지털 무역 (Digital Trade)

미국을 중심으로 살펴본
글로벌 디지털무역규범의 발전 과정과 현황
- 곽동철 교수 (경북대학교)



2025 ICT산업전망 컨퍼런스
2024.11.15.

글로벌 디지털무역규모의 발전과 시사점

경북대학교 경제통상학부
곽동철

KYUNGPOOK
NATIONAL UNIVERSITY

KNU

경북대학교

목차

- 01 국제무역체제와 디지털무역
- 02 미국 디지털무역정책의 발전 단계
- 03 결론 및 시사점

2

국제무역체제와 디지털무역

디지털 시대 무역협상의 주요 관심대상



출처: <http://www.kofrum.com>



출처: <https://www.weiss-world.com>

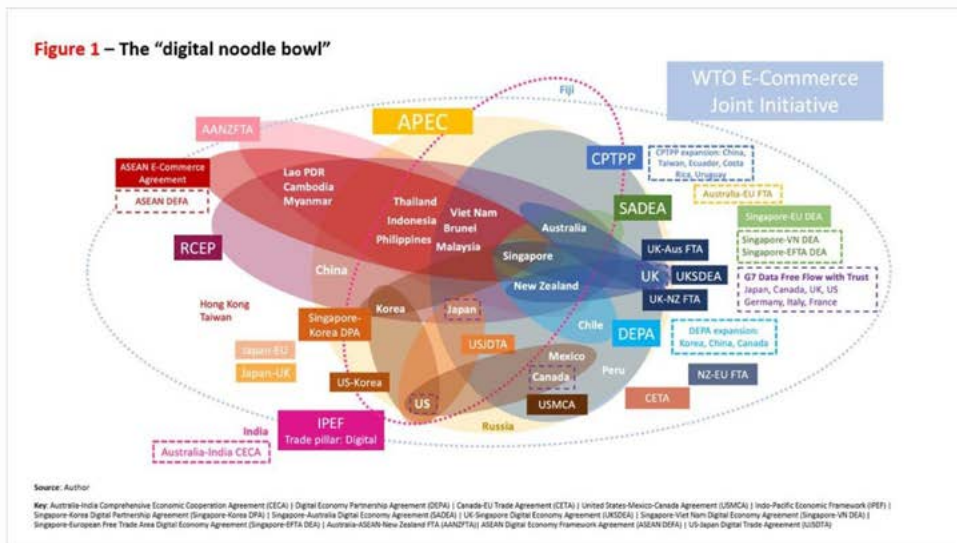


출처: https://www.edpb.europa.eu/sme-data-protection-guide/international-data-transfers_en

국제무역체제와 디지털무역

지역주의의 확산과 디지털무역규범의 형성

Figure 1 – The “digital noodle bowl”



출처: Hinrich Foundation

(<https://www.hinrichfoundation.com/research/article/digital/the-long-road-to-a-seamless-global-digital-economy/>)

미국 디지털무역정책의 발전 단계
태동기(1997년~2014년)

• 주요 국내정책

- '글로벌 전자상거래 프레임워크' 및 '전자상거래 대통령 지침'(1997)
 - 민간 주도 원칙 / 정부개입 최소화 원칙 / 예측가능하고 일관되고 간소한 법제도적 환경 원칙 / 일관적이고 예측가능한 국제적 법제도 환경 원칙 / 분권적 원칙 등

• 주요 대외정책

- 'WTO 글로벌 전자상거래 선언' 및 'WTO 전자상거래 작업계획' (1998)
- FTA의 전자상거래 조항 및 전자상거래 챕터(다음 슬라이드 참고)

미국 디지털무역정책의 발전 단계
태동기의 미국 FTA와 주요 디지털무역규범

포제	요르단 (2000)	싱가포르 (2003)	칠레 (2003)	호주 (2004)	모로코 (2004)	중미 (2004)	바레인 (2004)	오만 (2006)	페루 (2006)	콜롬비아 (2006)	파나마 (2007)	한국 (2007)
WTO규범의 적용	○	○	-	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎
디지털제품에 대한 비차별	-	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○
전자적 전송에 대한 무관세	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
디지털무역장벽	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
투명성	◎	-	-	-	-	◎	-	-	◎	◎	◎	-
협력	○	-	○	○	-	○	-	-	○	○	○	○
소비자보호	○	-	○	○	-	○	-	○	○	○	○	○
전자인증 및 서명	○	-	○	○	-	○	-	-	○	○	○	○
종이없는 무역	-	-	-	○	-	-	-	-	○	○	-	○
인터넷 접근 및 이용	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
국경 간 정보 이전	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
일반적 예외	-	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
조항 수	1	4	7	8	4	6	5	5	8	8	6	4
단어 수	122	655	879	989	659	739	576	617	848	848	756	1298

주1: 괄호 안은 해당 FTA의 서명년도임.

주2: 미국-요르단 FTA의 내용은 2000년 6월 발표된 '미국-요르단 전자상거래 공동성명'을 기준으로 함.

주3: - 조항 없음, △ 조항 있음, ○ 노력조항, ◎ 의무조항

출처: TAPED 자료를 바탕으로 저자 작성.

미국 디지털무역정책의 발전 단계

태동기(1997년~2014년)

• 태동기의 특징

- 디지털무역에 대한 자유주의 정책
- WTO 전자상거래 관세유예(moratorium)의 산파 역할
- FTA를 활용한 초기 디지털무역규범
- 한미FTA에 (법적 구속력 없는) 국경 간 정보 이전 조항 최초 도입

미국 디지털무역정책의 발전 단계

발전기(2015년~2018년)

• 주요 대내정책

- 2015년 무역촉진권한(TPA)에 명시된 무역협상의 목표
 - 전자적으로 전달되는 상품 및 서비스가 기존 제품에 비해 차별받지 않도록 보장
 - 국경 간 데이터 이동을 제약하며 데이터 현지화를 요구하는 무역 관련 조치를 무역상대국들이 지양하도록 보장
 - 공공정책목적을 위한 규제가 덜 무역제한적이고 비차별적이며 투명하게 실시되도록 보장
- WTO 전자상거래 관세유예가 연장되도록 보장

미국 디지털무역정책의 발전 단계

발전기(2015년~2018년)

• **주요 대내정책**

- 2017년 국별무역장벽보고서(NTE보고서)에 디지털무역장벽 항목 최초 도입
 - 국경 간 데이터 이전 제한 및 데이터 현지화 조치
 - 인터넷 서비스의 국경 간 공급을 제약하는 조치
 - 웹사이트 차단 및 검열 조치
 - 특정 암호화기술 사용 강제 조치
 - 수입 디지털 콘텐츠에 대한 차별적 조치

미국 디지털무역정책의 발전 단계

발전기(2015년~2018년)

• **주요 대외정책**

- 환태평양경제동반자협정(TPP)의 전자상거래 챕터
 - 미국형 디지털무역협정의 원형
 - (법적 구속력 있는) 국경간 정보 이전 조항 / 컴퓨팅설비의 위치 조항 / 소스코드(source code) 조항
 - 포괄적-점진적 환태평양경제동반자협정(CPTPP)에서도 동일하게 유지
- 미국-멕시코-캐나다협정(USMCA)의 디지털무역 챕터
 - (알고리즘을 포함한) 소스코드 조항 / 양방향 컴퓨터 서비스 조항 / 개방형 정부데이터 조항

미국 디지털무역정책의 발전 단계

발전기의 미국 FTA와 주요 디지털무역규범

표제	TPP (2016)	USMCA (2018)	표제	TPP (2016)	USMCA (2018)
디지털제품에 대한 비차별	◎	◎	국내 전자상거래 체계	◎	◎
전자적 전송에 대한 무관세	△	△	스팸메세지	◎	○
디지털무역장벽	○	○	양방향 컴퓨터 서비스	-	◎
소비자보호	○	○	소스코드	◎	◎
전자인증 및 서명	◎	◎	알고리즘	-	◎
종이없는 무역	○	○	사이버보안	○	○
인터넷 접근 및 이용	○	○	컴퓨팅설비의 위치	◎	◎
일반적 예외	△	△	개방형 정부데이터	-	○
국경 간 정보 이전	◎	◎			
조항 수	18	19	단어 수	2,706	3,206

주1: 괄호 안은 해당 FTA의 서명연도임.

주2: - 조항 없음, △ 조항 있음, ○ 노력조항, ◎ 의무조항

출처: TAPED 자료를 바탕으로 저자 작성.

미국 디지털무역정책의 발전 단계

발전기(2015년~2018년)

• 발전기의 특징

- 디지털무역장벽 구체화
- 데이터 규범을 중심으로 한 혁신적인 디지털무역규범이 FTA에 의무형태로 도입
 - 국경 간 데이터 이전 조항, 데이터 현지화 조항
- 온라인 플랫폼 산업 친화적인 무역규범 도입
 - 소스코드 및 알고리즘 조항, 양방향 컴퓨터 서비스 조항
- 시장개방을 약속하지 않은 개별 서비스 분야에는 상기 디지털무역규범이 적용되지 않음

미국 디지털무역정책의 발전 단계

진화기(2019년~2023년 9월)

• 주요 대내정책

- 국별무역장벽보고서를 통한 지속적인 무역상대국의 디지털무역장벽 발굴

• 주요 대외정책

- WTO 복수국간 전자상거래협상(JSI협상) 주도
- 미일 디지털무역협정(USJDTA) 체결
 - 디지털무역만을 규율하는 세계 최초의 무역협정
- 인도태평양경제프레임워크(IPEF) 무역 필러(pillar) 내 디지털 분야 협상

미국 디지털무역정책의 발전 단계

진화기의 주요 디지털무역규범

• JSI협상에서 미국이 제안한

디지털통상규범

- 국경 간 자유로운 데이터 이전
- 데이터 현지화 조치 금지
- 소스코드와 알고리즘 강제 공개 금지
- 특정 암호화기술 사용 강제 금지
- 플랫폼 업체에 대한 면책 대우
- 공개 정부데이터 활용 등

• USJDTA

- USMCA+α
- 금융데이터의 현지화 조치 금지
- ICT 제품에 특정 암호화기술 사용 강제 금지

미국 디지털무역정책의 발전 단계

진화기(2019년~2023년 9월)

• 진화기의 특징

- 양자·지역차원을 넘어 복수국간 협상 활용
 - 미국, EU, 한국, 일본, 중국 등 91개국 참여
- FTA와 별개의 독립적인 디지털무역협정 체결
- 기존 무역협정에서 시장개방을 약속하지 않은 분야에도 디지털무역규범이 적용

미국 디지털무역정책의 발전 단계

전환기 또는 쇠퇴기(?)(2023년 10월~현재)

• 주요 대외정책

- WTO JSI협상에서 국경 간 데이터 이전 조항, 컴퓨팅설비의 위치 조항, 소스코드 조항 등에 대한 지지 철회(10.24 성명)
- IPEF 디지털무역 분야 협상 중단
- WTO JSI 전자상거래협정이 타결되었으나 미국은 타결된 협정을 거부(2024.7.26)

• 주요 대내정책

- 2024년 국별무역장벽보고서에서 디지털무역장벽 항목 대폭 축소

미국 디지털무역정책의 발전 단계

전환기 또는 쇠퇴기?(2023년 10월~현재)

- **전환기 또는 쇠퇴기의 특징**
 - 디지털무역에 있어 자유주의적 접근법 약화
 - 반경쟁적 관행을 명분으로 플랫폼 산업에 대한 국내규제 강화
 - 디지털무역정책 입안 과정에서 통상당국이 아닌 경쟁당국의 영향력 증가
 - 의회와 행정부 간 견해 차이 및 행정부 내 부처 간 견해 차이
 - 디지털무역 분야에서 미국 정부의 정책방향이 불확실성

결론 및 시사점

한국의 디지털무역정책에 대한 시사점

- **한국의 디지털무역정책 현황**
 - 59개국과 체결한 21건의 FTA 중 대다수에 전자상거래 챕터 포함
 - 디지털제품에 대한 무관세, 종이없는 무역 등 기초적인 디지털무역규범 포함
 - 데이터 규범 중심의 독립적인 디지털무역협정 추구
 - 한-싱 디지털동반자협정(KSDPA) 발효('23.1)
 - 디지털경제동반자협정(DEPA) 가입 및 발효('24.5)
 - WTO JSI 전자상거래협상, EU와 디지털무역협정 협상, 영국과 FTA 개선협상 진행 중
- **미국의 정책 변화를 고려하여 한국의 현실에 맞는 디지털무역정책을 고민해야 함**
 - 거대 플랫폼의 독과점을 방지하면서도 보호주의적 조치는 지양하고 해외의 디지털무역장벽에는 적극 대응해야 함



KNU KYUNGPOOK
NATIONAL UNIVERSITY

경청해 주셔서 감사합니다.
Q & A



경북대학교 경제통상학부
곽동철 교수

Track 1 _ Session 5

디지털 무역 (Digital Trade)

한국은행 서비스 무역통계 고도화사업 및
디지털 무역측정
- 김태호 과장 (한국은행)



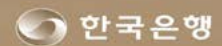
BANK OF KOREA

한국은행 서비스무역통계 고도화사업 및 디지털 무역측정

한국은행 국제수지팀



목 차



1. 디지털 무역의 포괄 범위 및 관련 동향
2. 디지털 서비스무역의 측정 이슈
3. 한국은행의 서비스무역통계 고도화 사업
4. Q&A

1. 디지털 무역의 포괄범위 및 관련 동향

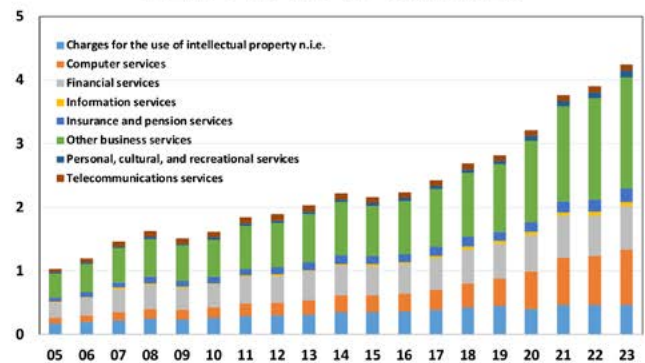


□ 디지털 무역의 정의

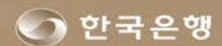
- 디지털 형태로 주문, 전송이 이루어진 상품 및 서비스를 지칭
- 국경간 전자상거래(해외직구 등) + 디지털 전송서비스(지식재산권, 정보통신서비스 등)
- 글로벌 관심사는 주로 **디지털 전송 서비스**로 '23년 기준 글로벌 교역규모는 약 4조달러

서비스 하위분 (EBOPS 2010)	WTO	
	Commercial Services	Digitally delivered Serices
SA 가공	* Goods-related Services	
SB 유지보수		
SC 운송		* Transport
SD 여행		* Travel
SE 건설		
SF 보험연금		* Insurance and pension
SG 금융		
SH 지식재산권사용료		* Charges for use of IIP
SI 통신·컴퓨터·정보	* Other Commercial Services (OCS)	* Telecommunications
SJ 기타사업		* Computer
SK 개인·문화·여가		* Information
SL 정부		* Other business
		* Personal, cultural, recreational

글로벌 디지털 서비스 무역규모 (조달러)



1. 디지털 무역의 포괄범위 및 관련 동향



□ 우리나라의 제조업 중심 성장전략

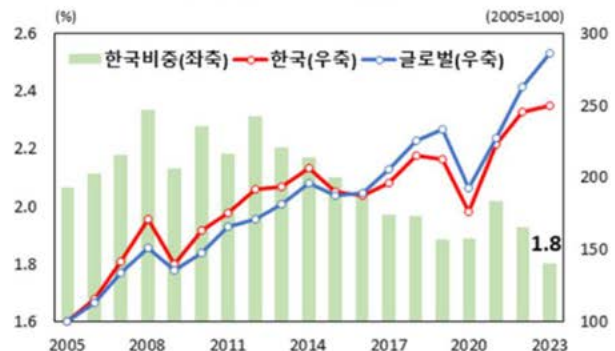
- 높은 제조업 의존도 하에 서비스무역의 낮은 비중 + 구조적 적자 지속

한국의 상품 및 서비스 무역 현황



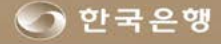
자료: 한국은행

서비스 교역규모



자료: WTO

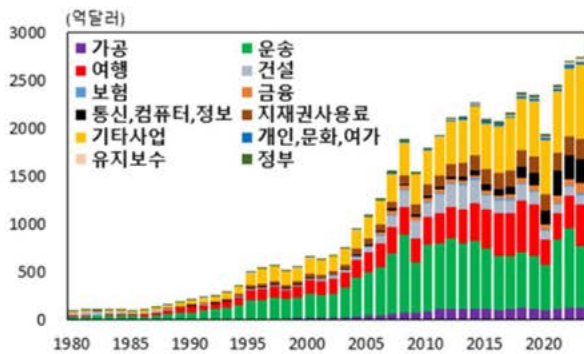
1. 디지털 무역의 포괄범위 및 관련 동향



□ 우리나라의 제조업 중심 성장전략

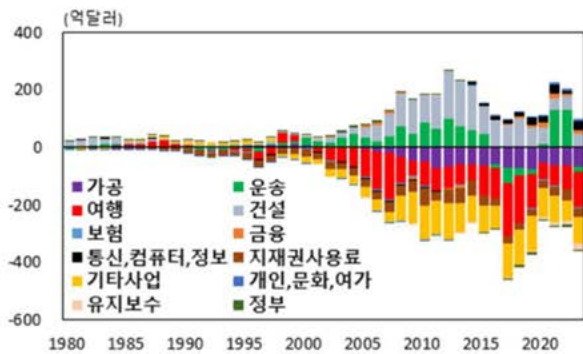
→ 높은 제조업 의존도 하에 서비스무역의 낮은 비중 + 구조적 적자 지속

한국의 서비스 부문별 교역규모

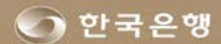


자료: 한국은행

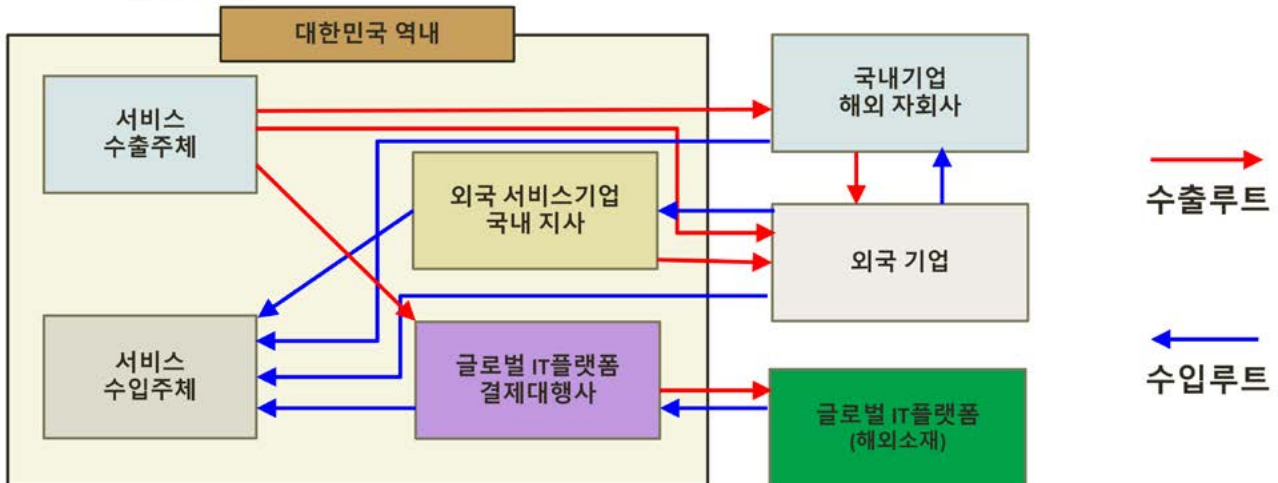
한국의 서비스 부문별 수지



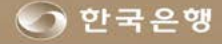
2. 디지털 서비스 무역의 측정 이슈



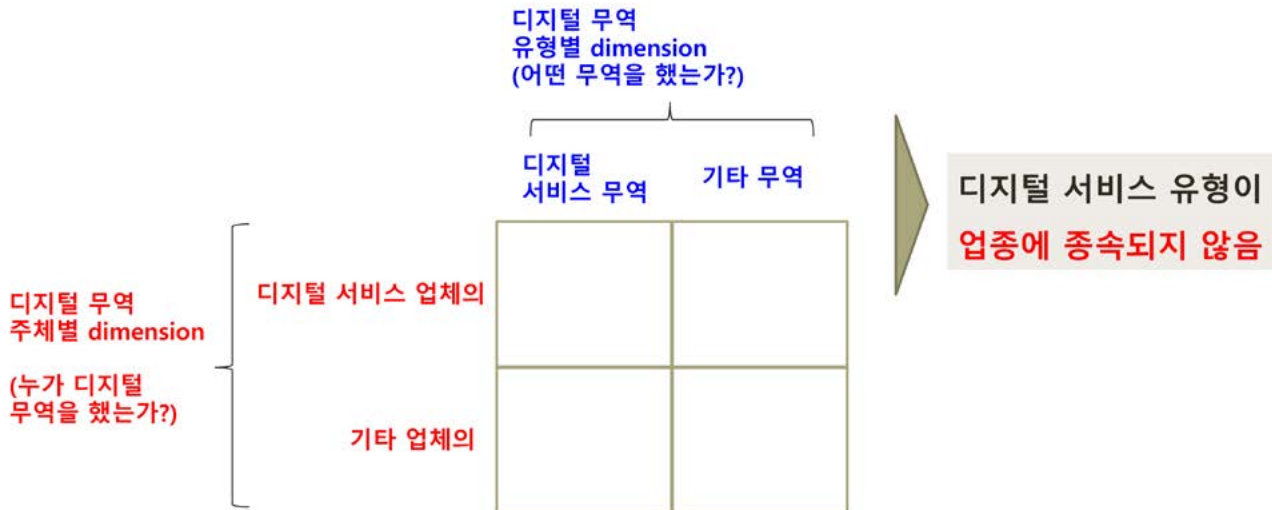
□ 디지털 서비스무역의 거래구조 : 다양한 경로 및 중개자(Digital Intermediation Platform)의 존재



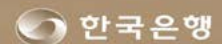
2. 디지털 서비스 무역의 측정 이슈



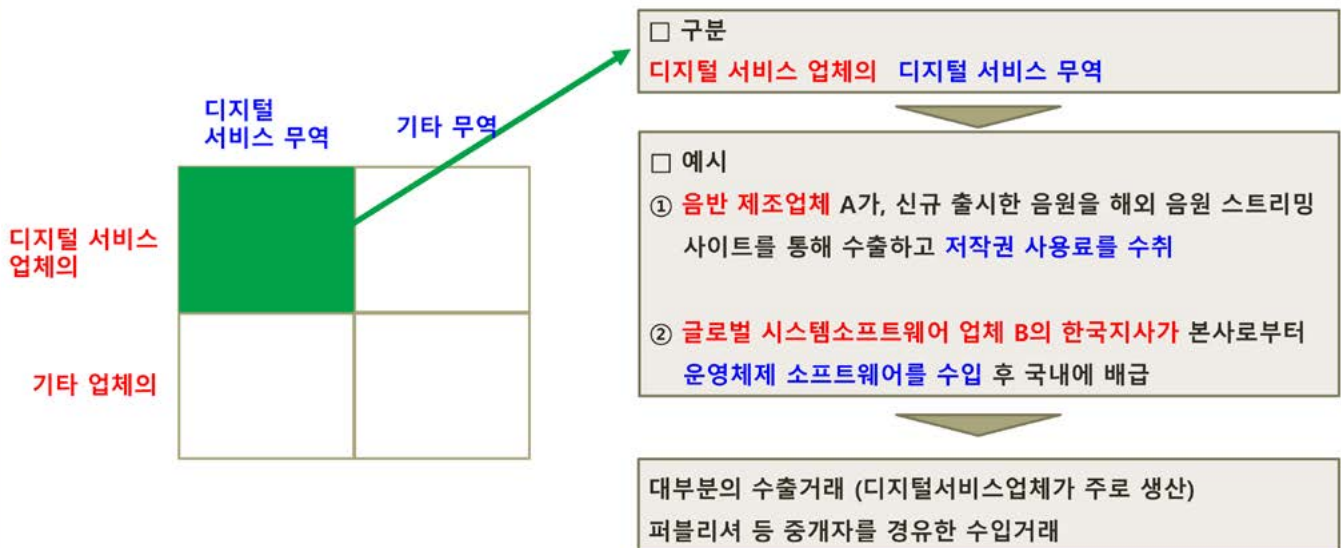
□ 디지털 서비스 무역거래의 비대칭성



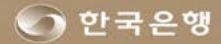
2. 디지털 서비스 무역의 측정 이슈



□ 디지털 서비스 무역거래의 비대칭성



2. 디지털 서비스 무역의 측정 이슈



□ 디지털 서비스 무역거래의 비대칭성

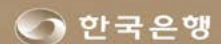
	디지털 서비스 무역	기타 무역
디지털 서비스 업체의		
기타 업체의		

□ 구분
기타 업체의 디지털 서비스 무역

- 예시
- ① 건설사 C는 설계를 위한 전문 소프트웨어를 유럽 소재 개발사로부터 구매
 - ② 개인 D는 온라인 플랫폼을 통해 해외 모바일게임을 구매
 - ③ 인플루언서 C는 업로드한 온라인 영상의 조회수에 상응해 글로벌 IT 플랫폼 기업으로부터 광고료를 수취

수출에서는 비중이 미미했으나 최근 크게 증가
국내 배급사를 경유하지 않은 직수입 거래 대부분

2. 디지털 서비스 무역의 측정 이슈



□ 디지털 서비스 무역거래의 비대칭성

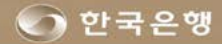
	디지털 서비스 무역	기타 무역
디지털 서비스 업체의		
기타 업체의		

□ 구분
디지털 서비스 업체의 기타 무역

- 예시
- ① 음반 제조업체 E는 사운드 믹싱 장비를 외국으로부터 구매하였고, 해당 장비는 통관을 거쳐 국내로 수입됨
 - ② 반도체설계업체 F는 국외 클라이언트와 미팅을 위한 출장을 나가는 과정에서 국외 항공사를 활용

디지털 서비스 업체의 활동은 디지털서비스 무역에 국한되지 않으며 상품 및 비 디지털서비스(운송, 여행 등) 무역에도 참여

2. 디지털 서비스 무역의 측정 이슈



□ WTO의 디지털 서비스 무역거래 집계방법 : 다방면의 서베이 조항을 상정

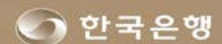
TABLE 4.1: DIGITALLY DELIVERABLE SERVICES IN THE EXTENDED BALANCE OF PAYMENTS SERVICES CLASSIFICATION (EBOPS 2010)

	SDMX-BOP DSD ¹ components	EBOPS 2010 components
Digitally deliverable services supplied cross-border (Mode 1)		
Insurance and pension services	SF	6
Financial services	SG	7
Charges for the use of intellectual property n.i.e.	SH	8
Telecommunications, computer and information services	SI	9
Research and development services	SI1	10.1
Professional and management consulting services	SI2	10.2
Architectural, engineering, scientific and other technical services	SI31	10.3.1
Trade-related services	SI34	10.3.4
Other business services n.i.e.	SI35	10.3.5
Audio-visual and related services	SK1	11.1
Health services	SK21	11.2.1
Education services	SK22	11.2.2
Heritage and recreational services	SK23	11.2.3
Digitally deliverable services consumed abroad (Mode 2)		
	Recorded within item SD (Travel)	Recorded within item 4 (Travel)

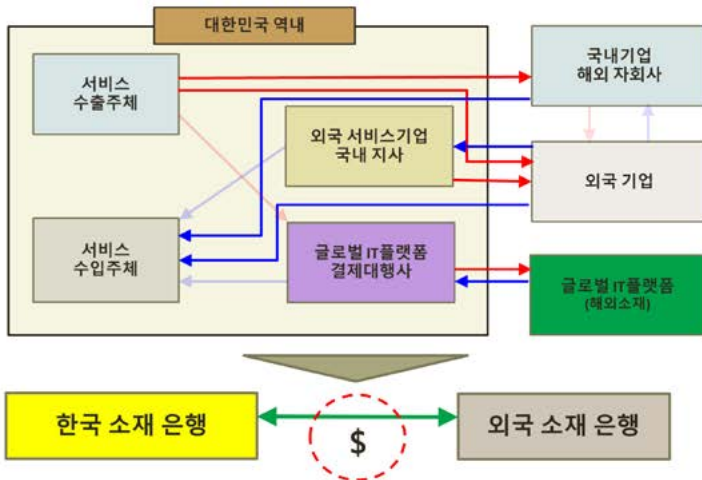
Figure 4.1: Institutional sector and conceptual coverage of digitally delivered trade sources

	Businesses		Households		All institutional sectors					
	ITS Surveys ¹	Business ICT surveys ^{1,2}	Household surveys ¹	Travel surveys ¹	International Transaction Reporting System (ITRS) ³		WAT data ⁴			
Section reference	4.4.2	4.4.2	4.5.3	Box 4.3	4.5.1		4.5.2			
Exports (X) / Imports (M)	X M	X M	X M	X M	X M	X M	X M	X M		
Digitally delivered trade										
of which: via DIPs										
Digitally ordered and digitally delivered trade										
Digitally deliverable services										
Legend:	Partial coverage / conceptual alignment (see notes)									
	Comprehensive coverage / conceptual alignment (depending on survey design)									

2. 디지털 서비스 무역의 측정 이슈



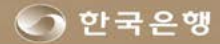
□ 한국의 특이성 : 외환전산망에 역내외간 서비스 사용료 수취, 지급 내역이 보고됨



한국은행 외환전산망 보고
(송금 주체, 목적, 국가 등)

- 외국환 은행은 국내외간 송금의 송수신 주체 및 송금 목적을 한국은행 외환전산망에 보고 (외국환거래규정)
- 한국은행은 외환전산망 보고내역을 집계하여 국제수지 중 서비스수지 통계를 편제중 (한국 및 일본)
- ※ 미국 등 타 국가의 경우 기업 서베이 기반
- 서비스무역통계 고도화 사업에서는 외환전산망 자료와 통계청 기업통계등록부(BR) 자료를 결합하여 더욱 세분화

2. 디지털 서비스 무역의 측정 이슈



□ 기업대상 서베이 vs 외환전산망 기반 집계법 비교

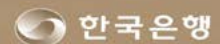
기업대상 서베이

- 기업들을 대상으로 서비스 수출, 수입거래를 조사
 - ▷ 업종별로 자세한 서비스무역 통계 분류 가능
 - ▷ 해외 자회사를 통한 서비스 무역(mode3) 포함
 - ▷ 표본조사의 근본적 한계 내재 (표본 외 거래, 응답률, 오류 등)
 - ▷ 수출거래 중심의 집계, 수입거래 집계에 어려움 (예 : 비 서비스산업의 서비스 수입)

외환전산망 기반

- 외국환 은행이 보고한 서비스무역 대가의 외환 송금거래를 기반으로 조사
 - ▷ 외환송금 발생 건은 전수조사 가능 (수입 포함)
 - ▷ 외환송금 미발생 건은 조사 불가 (국내 기업의 해외 자회사, 외국기업의 국내지사)
 - ▷ 송금자료만으로는 업종별 분류가 불가 (외환전산망의 경우 사업자번호 o, 산업분류 x)

3. 한국은행의 서비스 무역통계 고도화사업



□ '23.6월 관계부처 합동 「서비스 수출 정책·지원체계혁신방안」 발표

→ 한국은행, “서비스 무역통계 고도화 사업” 추진

비전 제조업 수준의 경쟁력을 갖춘 글로벌 서비스 수출 강국 실현

목표 '27년까지 서비스 수출 2,000억불 달성(세계 10위), '30년까지 2,500억불 달성(세계 7위, 서비스 수지 흑자 전환)

유망업종별 수출 활성화 방안

1 콘텐츠	2 관광	3 보건·의료	4 ICT서비스
<ul style="list-style-type: none"> • K-콘텐츠 전방위 지원 • 콘텐츠 해외비즈니스 지원 고도화 • 콘텐츠 수출기반 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 인국 관광콘텐츠 확장 • K-쇼형 편리성 개선 • 관광벤처의 성장 및 해외진출 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 외국온라인 유치를 통한 의료서비스 수출 활성화 • 우수 K-의료서비스 해외진출 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 수출유망품목 지원 • 디지털 수출영도 확대 • 디지털 혁신기업 수출경쟁력 강화

정책 지원 체계 혁신

1 제조업과의 격차해소 및 서비스 친화적 제도 구축

- ◆ 수출지원사업의 서비스업 지원 규모 대폭 확대
- ◆ 역대 최대 수준의 서비스 수출금융 공급
- ◆ 서비스 특성에 맞는 맞춤형 세제지원 체계 구축 추진
- ◆ 서비스 무역통계 고도화 등 수출지원 관련 제도개선

2 현장 맞춤형 서비스 수출지원 강화

- ◆ 해외 판로 지원체계 다양화·고도화
- ◆ 제조-서비스 연계 및 서비스 컨소시엄을 통한 해외진출 지원
- ◆ 트랙레코드 축적 및 서비스 수출 전문인력 양성

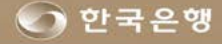
3 경제외교 등을 통한 서비스 신시장 개척

- ◆ 경제외교 후속조치 구제와 등 성과 활용 촉진
- ◆ 서비스 분야 FTA 활용도 제고
- ◆ ODA, 국제기구 협력과 연계한 해외진출 기회 창출

4 범국가적 서비스 수출 거버넌스 구축

- ◆ 서비스 수출 정책 컨트롤타워 구축 등 '일팀 코리아' 구축
- ◆ 현지기관간 협력 거버넌스 구축 등 현지 지원체계 고도화

3. 한국은행의 서비스 무역통계 고도화사업



□ 한국은행, “서비스 무역통계 고도화 사업” 추진 발표

정책지원
체계
역신

① 제조업과의 격차 해소 및 서비스 친화적 제도 구축

- ◆ 수출지원사업의 서비스업 지원 규모 대폭 확대
- ◆ 역대 최대 수준의 서비스 수출금융 공급
- ◆ 서비스 특성에 맞는 맞춤형 세제지원 체계 구축 추진
- ◆ 서비스 무역통계 고도화 등 수출지원 관련 제도개선

② 현장 맞춤형 서비스 수출지원 강화

- ◆ 해외 판로 지원체계 다양화·고도화
- ◆ 제조-서비스 연계 및 서비스 컨소시엄을 통한 해외진출 지원
- ◆ 트랙레코드 축적 및 서비스 수출 전문인력 양성

③ 경제외교 등을 통한 서비스 신시장 개척

- ◆ 경제외교 후속조치 구제와 등 성과 활용 촉진
- ◆ 서비스 분야 FTA 활용도 제고
- ◆ ODA, 국제기구 협력과 연계한 해외진출 기회 창출

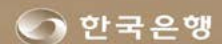
④ 범국가적 서비스 수출 거버넌스 구축

- ◆ 서비스 수출 정책 컨트롤타워 구축 등 '원팀 코리아' 구축
- ◆ 현지기관간 협력 거버넌스 구축 등 현지 지원체계 고도화

제 목 : 한국은행, 정부와 협업하여 서비스 무역통계의 고도화 추진

- 한국은행은 기획재정부 등 관련 정부 부처와 함께 서비스 무역통계 고도화를 추진할 예정이다
 - 동 사업은 정부에서 6.5일 발표한 「서비스 수출 정책지원체계 혁신방안」의 일환으로 유망 서비스업(콘텐츠, ICT, 보건의료 등) 관련 무역통계를 개발·제공하여 서비스 산업 및 수출 활성화 등 정책수립에 활용하는 데 주목적이 있음
 - 향후 대상 업종, 공표주기, 세부항목 등 구체적인 사항은 관련 부처와 공동작업반을 구성하여 추진해 나갈 계획임
- 이번 서비스 무역통계 고도화 사업이 국민경제 발전을 위한 한국은행과 정부의 성공적인 협업 사례로 발전하기를 기대함
 - 앞으로도 한국은행은 국민경제와 관련된 주요 중장기 과제에 대한 조사연구, 통계 개발 등을 통해 국가경제의 싱크탱크로서의 역할을 다해 나가겠음

3. 한국은행의 서비스 무역통계 고도화사업



□ 한국은행 서비스 무역통계 고도화 사업 진행 과정

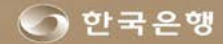
▷ '24.2월
통계 개발 작업반 구축
(유관기관 합동)

▷ '25년 상반기중
통계 신규 공표
명칭 : 지식서비스 무역통계(잠정)

▷ '23.6월
서비스 무역통계
고도화사업 발표

▷ '24.3~8월
통계 개발 관련 의견수렴
(ICT, 콘텐츠 무역통계 중심)

2. 디지털 서비스 무역의 측정 이슈



□ 해외 서비스무역통계 사례

※ 미국의 기업특성별 서비스무역통계

- Mode 1 서비스(디지털 형태, 국경간 거래) 선별
- 서비스 유형별로 분류

Table 6.1. U.S. Trade in Selected Services, by Major Industry and by Service Type
(Billions of dollars)
From the October 18, 2015

Line	Total selected services	Insurance services	Financial services	Charges for the use of intellectual property, R&A	Telecommunications, computer, and information services	Other business services			
						Total	Research and development services	Professional and management consulting services	Technical, trade-related, and other business services
	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017
1 Exports of selected services by firms in all industries	452,933	18,915	108,239	126,523	42,001	157,399	42,232	78,940	34,019
2 Mining	4,569	1	0	0	14	3,533	4	1,226	2,791
3 Manufacturing	95,231	290	716	40,832	3,419	31,093	25,465	13,944	7,454
4 Wholesale trade	24,337	2,362	30	8,254	217	13,393	4,887	7,781	717
5 Retail trade	12,751	0	0	5,030	0	0	0	1,424	4
6 Information	95,611	0	0	44,476	34,632	42,868	1,820	17,912	2,096
7 Finance and insurance	128,701	14,902	100,234	0	0	6,309	0	7,734	918
8 Real estate and rental and leasing	19,224	0	175	4,794	0	0	0	391	2,288
9 Professional, scientific, and technical services	30,409	0	0	13,611	2,601	24,194	1,504	21,359	5,814
10 Other industries	24,707	0	4,798	7,175	471	12,326	1,170	2,241	9,124

서비스 거래 주체의 산업분류

□ 미국 : 기업특성별 서비스무역통계

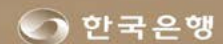
(STEC : Service Trade by Enterprise Characteristics)

□ 영국 : 기업특성별 통계를 시범적으로 제공 (experimental data)

□ 유럽 : 미국처럼 STEC 통계 공표를 추진중이나 네덜란드 등 일부 선진국을 제외하면 이행 속도가 느린 상황

□ 일본 등 : 서비스무역통계를 유형별로만 제공

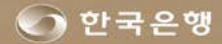
3. 한국은행의 서비스 무역통계 고도화사업



□ 주요 특징 (잠정사항이며 공표시까지 변동 가능)

- 외환전산망에 보고된 서비스거래대금 지급 내역을 기초자료로
+ 통계청 기업통계등록부 자료와의 결합을 통해 산업을 분류
- 디지털 서비스거래 중 국제적으로 중요성이 높은 ①지식재산권, ②정보,통신, ③문화,여가, ④전문,사업서비스를 중심으로 업종별/유형별/국가별/기업형태별로 세분화한 대규모 데이터셋 제공
 - 업종 : 제 11차 표준산업분류,
유형 : ①지식재산권, ②정보,통신, ③문화,여가, ④전문,사업서비스 4개 대분류 하에 11개의 중분류, 15개의 소분류로 구성
 - 국가 : 미국, 일본, 중국, 유럽 등 주요 16개국 및 기타
 - 기업형태 : 대기업, 중소기업, 개인 및 기타 등
- 일반분류 외에 특수분류(ICT, 콘텐츠)를 별도 제공 → 산업별 정책 수요에 맞춘 재분류

3. 한국은행의 서비스 무역통계 고도화사업



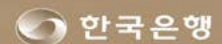
□ 지식서비스 무역수지 통계표 예시 (잠정)

일반분류: 산업×유형별 지식서비스 무역구조 (24.상반기중)

산업	유형	(억불)														
		지식재산권			정보·통신			문화·여가			전문·사업			지식서비스		
		수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지
전기전자제조업																
기타제조업																
정보서비스업																
기타서비스업																
기타산업																
개인 및 기타																
합계																

주 : 금액이 집중된 영역을 수출, 지급, 수지를 음영으로 강조처리

3. 한국은행의 서비스 무역통계 고도화사업



□ 지식서비스 무역수지 / ICT 특수분류 통계표 예시 (잠정)

특수분류: ICT 산업× ICT 유형별 지식서비스 무역구조 (24.상반기중)

산업	유형	(억불)														
		소프트웨어			IT시스템제공			디지털콘텐츠			ICT 서비스			非 ICT서비스		
		수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지
정보·통신·방송																
통신서비스업																
방송서비스업																
정보서비스업																
SW 및 디지털콘텐츠																
패키지 SW																
게임																
IT서비스																
디지털콘텐츠																
해외 플랫폼 경유																
비ICT산업																
(합계)																

주 : 흑자 및 적자폭이 크게 나타나는 부문을 수출, 지급, 수지를 음영으로 강조처리

ICT 특수분류

□ 일반분류 통계를 ICT 산업 및 ICT 서비스에 맞추어 특수분류로 재구성

○ 유관기관 의견수렴을 기반으로 특수분류를 마련

□ ICT 산업과 기타산업의 ICT 서비스 거래, 기타서비스거래를 모두 포착해 입체적으로 정보를 제공

※ 외환거래를 기준으로 포착, 광의의 수출입(해외 자회사 경유 수출, 거주자를 통한 수출 등 모두 포함)과는 상이

→ ICT실태조사 등과 보완관계로 활용

감사합니다

Q & A

20
25 | ICT

산업전망컨퍼런스

Industry Outlook Conference