

건축·도시·건설 분야 혁신을 위한 AI 활용

2024. 12. 2(월) 14:00 ~ 17:30

서울 커뮤니티하우스 마실 라이브홀



(auri) 건축공간연구원



프로그램 PROGRAM

시간		식순	세부내용
14:00-14:10	10'	개회사	• 개회사 ■ 이영범 건축공간연구원 원장
14:10-15:10	20'	발제1 (도시계획)	• Urban AI 구현을 위한 정책방향과 과제 ■ 이세원 국토연구원 공간정보정책연구센터 부연구위원
	20'	발제2 (도시계획)	• 도시계획에서의 거대 언어모델 도입 가능성 ■ 성시윤 인천광역시 도시계획과 광역계획팀 박사
	20'	발제3 (건설)	• 국가건설기준의 중복·상충부 관리를 위한 초거대언어모델 활용 ■ 김강민 가톨릭대학교 인공지능학과 교수
15:10-15:20	10'	휴식	
15:20-16:20	20'	발제4 (건설)	• 하자보수 건설 AI 기술 적용방안 ■ 정민주 제이제이컨설팅 대표
	20'	발제5 (건축)	• Speech to BIM 적용사례 ■ 이 강 연세대학교 건축공학과 교수
	20'	발제6 (건축)	• 인공지능 건축법령 해석지원 서비스(Archilaw) 연구 성과 ■ 조상규 건축공간연구원 건축정책본부 선임연구위원
16:20-16:30	10'	휴식	
16:30-17:30	60'	토론	• 좌 장 ■ 이 강 연세대학교 건축공학과 교수 • 토론자 ■ 김승남 중앙대학교 사회기반시스템공학부 교수 ■ 강범준 서울대학교 건축학과 교수
17:30	폐회		

• 사회 김용국 건축공간연구원 건축정책본부 연구위원

목 차 _CONTENTS

발제1(도시계획)

Urban AI 구현을 위한 정책방향과 과제

- 이세원 국토연구원 공간정보정책연구센터 부연구위원

발제2(도시계획)

도시계획에서의 거대 언어모델 도입 가능성

- 성시윤 인천광역시 도시계획과 광역계획팀 박사

발제3(건설)

국가건설기준의 중복·상충부 관리를 위한 초거대언어모델 활용

- 김강민 가톨릭대학교 인공지능학과 교수

발제5(건축)

Speech to BIM 적용사례

- 이강 연세대학교 건축공학과 교수

발제6(건축)

인공지능 건축법령 해석지원 서비스(Archilaw) 연구 성과

- 조상규 건축공간연구원 건축정책본부 선임연구위원

발제1(도시계획)

Urban AI 구현을 위한 정책방향과 과제

이 세 원

국토연구원 공간정보정책연구센터 부연구위원



The Future of Urban AI

Global Dialogues on Urban
Artificial Intelligence

Urban AI 구현을 위한 정책방향과 과제

이 세 원
leesewon@krihs.re.kr



Image source : <https://urbanai.fr/wp-content/uploads/2023/05/Future-of-Urban-AI-Summary.pdf>



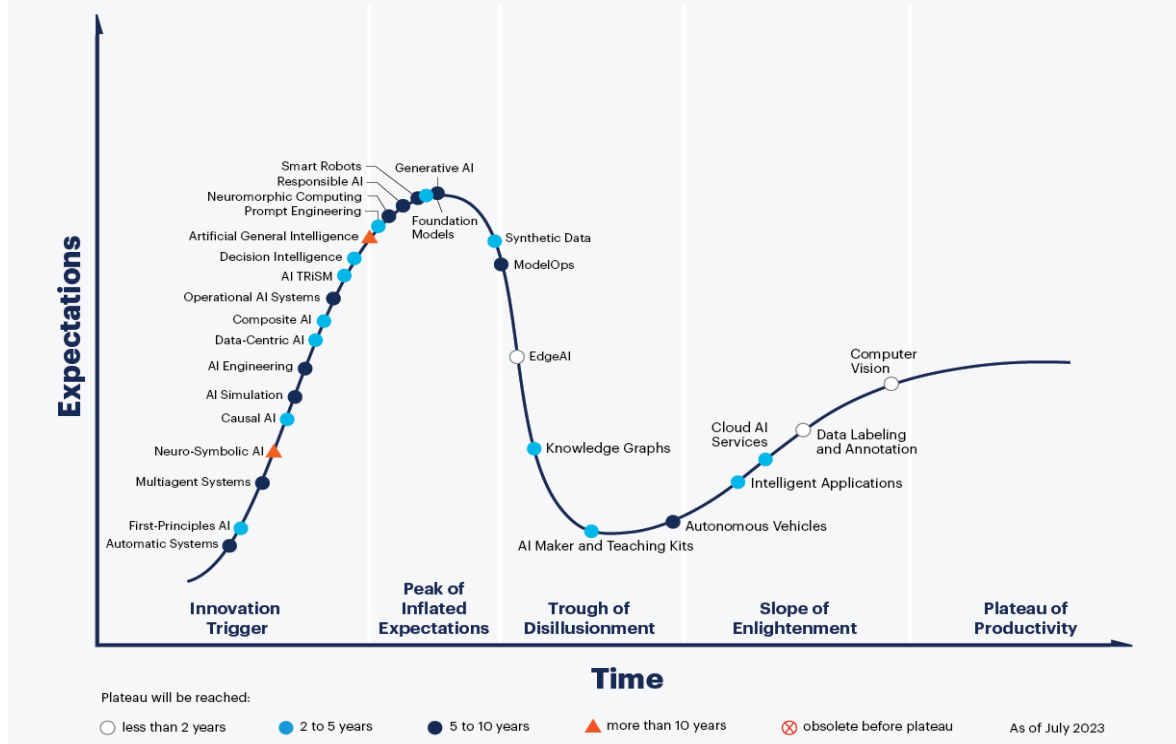
Chapter 1

Urban AI 등장 배경



Image source : <https://eandt.theiet.org/content/articles/2021/11/ai-takes-on-city-design/>

Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2023

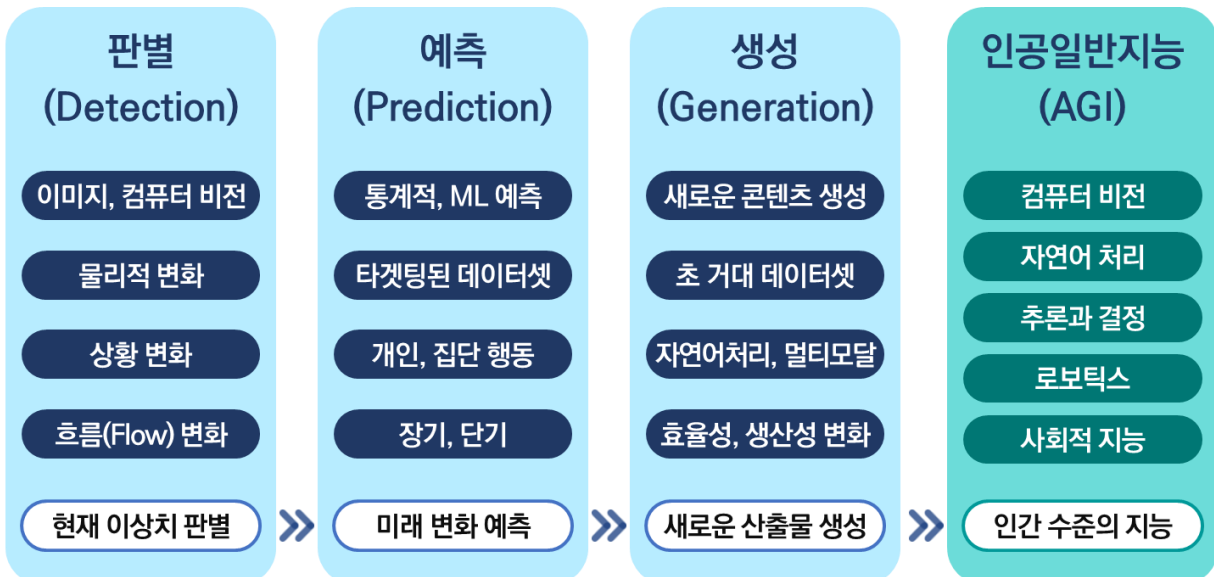


Data source : <https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-artificial-intelligence-from-the-2023-gartner-hype-cycle>

- 1 -

1. Urban AI의 등장 배경

AI 기술 발전의 흐름

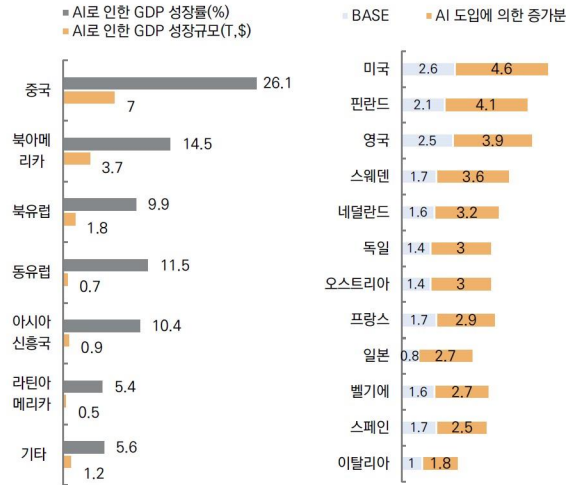


1. Urban AI의 등장 배경

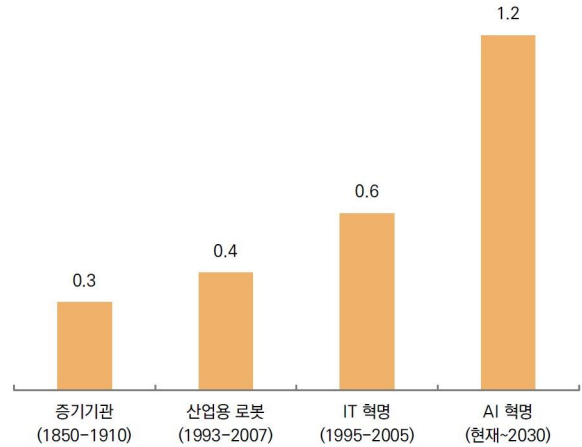
I . Urban AI의 등장 배경

- ✓ PwC, 엑센추어, 매킨지 등에 따르면, 글로벌 AI 산업시장 규모는 지금보다 4.6배 성장, GDP 성장률에 5~26%까지 기여
- ✓ AI는 IT 기술(연평균 성장률 0.6%) 보다 2배(1.2%) 이상의 생산성 향상 → 시민들의 일상생활에 큰 변화 예고
- ✓ 'ChatGPT'와 같은 생성 AI는 출시 5개월 만에 전 세계 GDP를 향후 10년간 연 7% 성장 동력으로 주목, 약 3억 명의 일자리에 영향(파이낸셜뉴스, 2023.3.28. 게재)

AI가 2030~35년 전세계 GDP 및 GVA에 미치는 영향 (단위: %)



기술 혁신이 만든 생산성 향상 효과 (연평균 성장률, 단위: %)



Data source : 미래에셋증권, 2023. Everything Everywhere All at One: AI가 불러온 신산업 혁명.

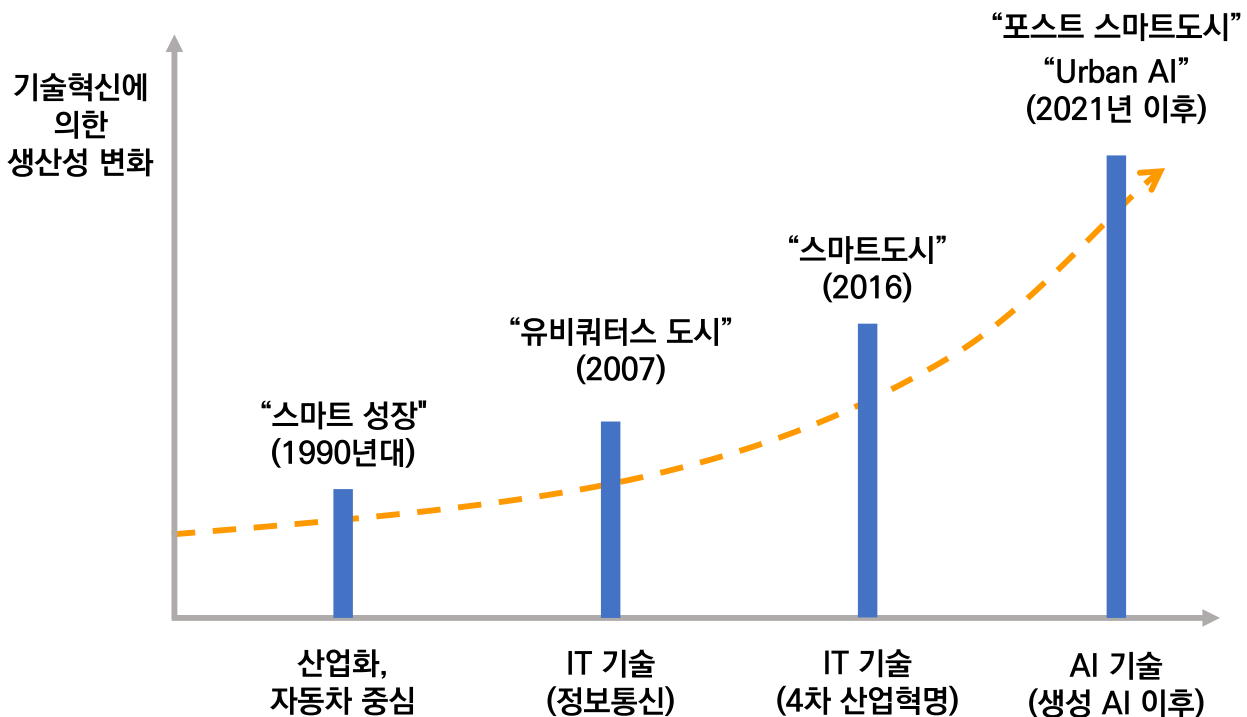
Data source : 이세원, 2023. 도시 AI(Urban AI) 구현을 위한 정책과제 연구. 세종: 국토연구원.

- 3 -

1. Urban AI의 등장 배경

I . Urban AI의 등장 배경

Urbanize Technology



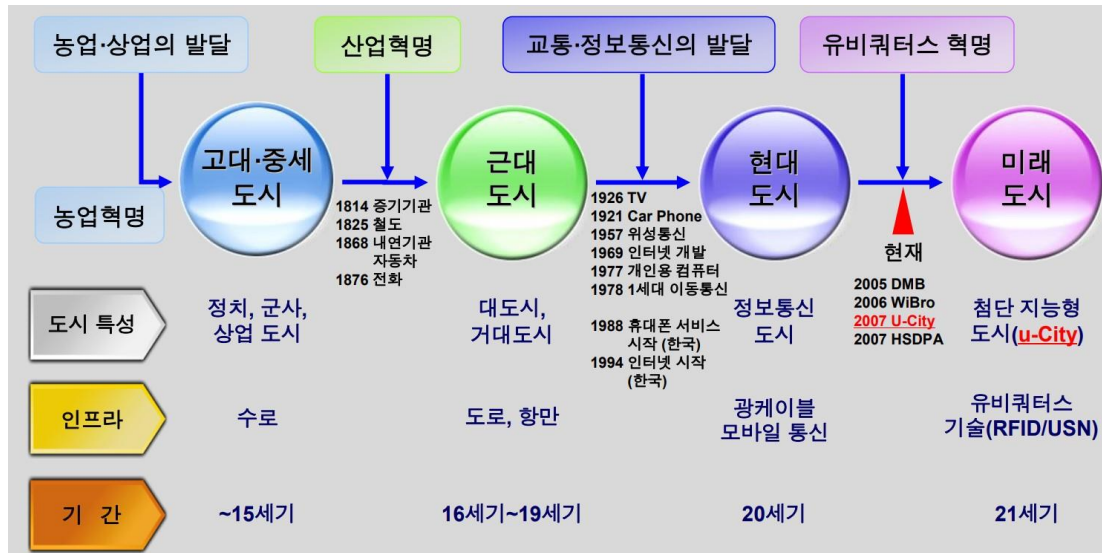
Data source : 이세원, 2024. Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응 방안. 국토연구원

- 4 -

1. Urban AI의 등장 배경

I. Urban AI의 등장 배경

- ✓ '도시문제 해결'과 '지속가능성' 목적으로 기술의 중요성이 드러난 것은 '유비쿼터스 도시'
- ✓ 1990년대 후반 ICT 기술 성장 → 국토·교통 분야 건설 기술과의 융합 주도, 융합된 기술을 도시에 적용
- ✓ 유비쿼터스 도시는 비접촉 무선인식(RFID)과 유비쿼터스 센서 네트워크(USN) 기술 → '정보통신 도시' 세계 최초 「유비쿼터스도시법(2008)」 제정



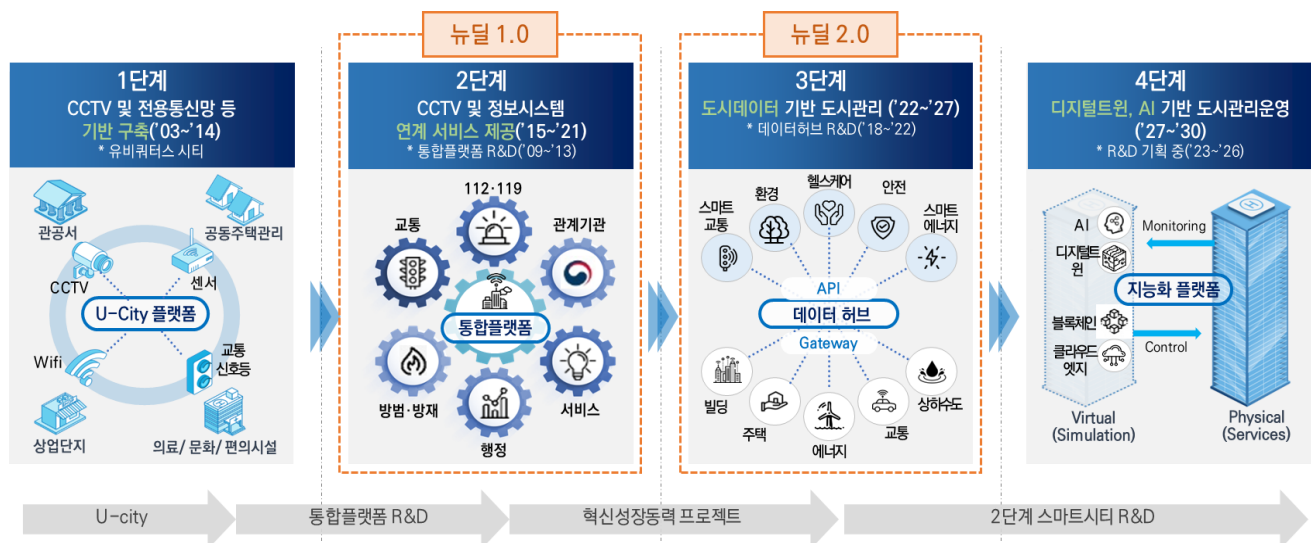
Data source : 윤심. 2007. 전국 지자체 U-City 추진현황 분석. 삼성SDS 인큐베이션센터(온라인 자료: <https://slidesplayer.org/slide/11275588/>).

- 5 -

1. Urban AI의 등장 배경

I. Urban AI의 등장 배경

- ✓ 2017년 법개정 이후, 스마트도시는 4단계 과정을 거쳐 도시 전체 차원의 사이버물리시스템(CPS) 지향
 <1단계> U-City, CCTV와 통신망 → <2단계> CCTV와 정보시스템 → <3단계> 데이터허브 기반 도시관리 → <4단계> 디지털트윈, AI 기반 도시관리



Data source : 이갑재. 2021. 대한민국의 데이터 기반 스마트시티 실증 연구. WSCE 2021 컨퍼런스.

- 6 -



Chapter 2

Urban AI 이론

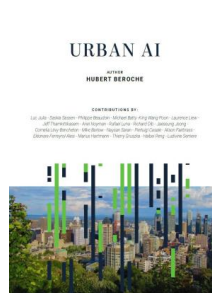
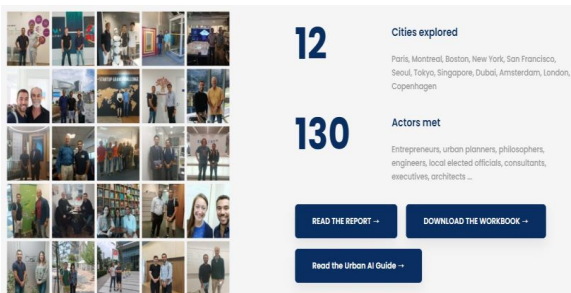


그림 출처: <https://marketoost.com/2023/01/ai-tidal-wave.html>

2. Urban AI 이론



- ✓ 최근 등장한 개념인 'Urban AI'는 과거 스마트도시 패러다임이 주도한 '도시의 혁신성'에 대한 반성에서부터 시작
 - 스마트도시는 기술적 관점에서 최적화된 도시를 만들기 위해 종합적 디지털 기술 제공
 - Urban AI는 시민 관점에서 AI가 도시를 학습하고 이해함으로써 도시별 필요한 기술과 서비스를 시민에게 사전 제공
- ✓ IAE Paris Sorbonne Business School의 ETI Chair의 Hubert Beroche(2021)는 12개 도시 사례 발굴과 130명 이상의 AI 전문가 협의, 글로벌 협의체(Think Tank) 설립



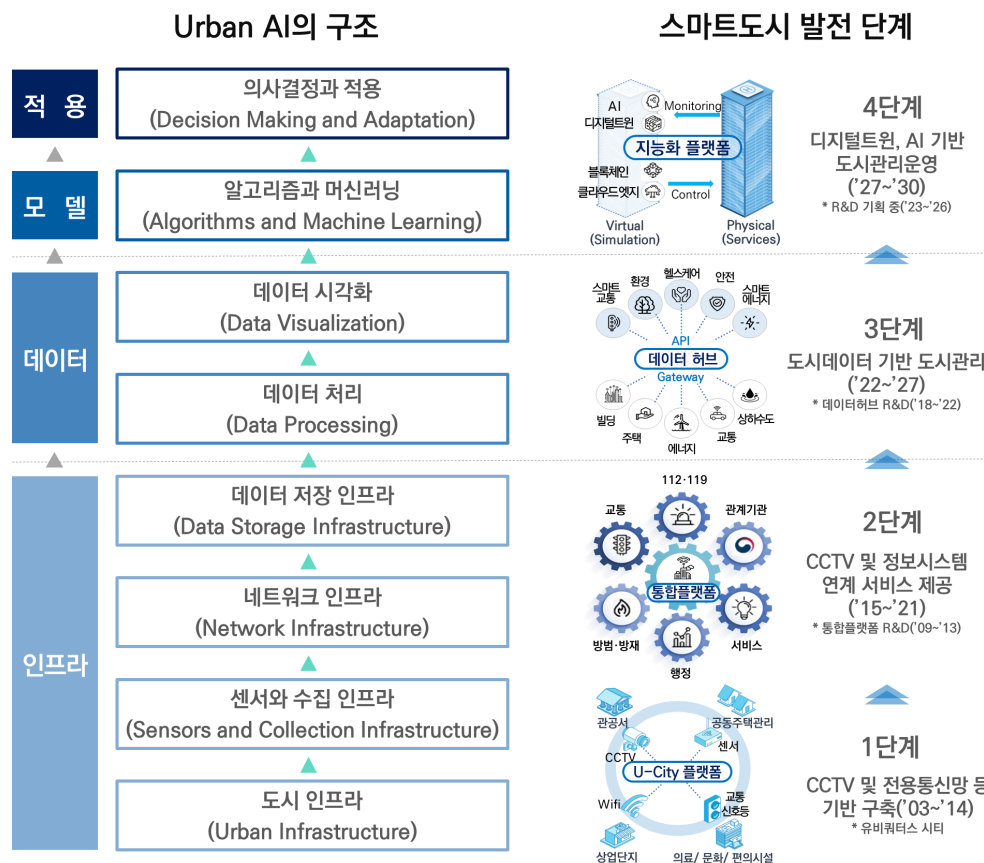
- ✓ 도시 인공지능(자율주행, 로봇, 시티 브레인, 도시 소프트웨어 에이전트 등)을 통해 인공지능 기술을 대규모로 구현하고, 이를 도시공간과 인프라에 적용함으로써 도시의 생활, 거버넌스, 계획에서 발생하는 새로운 변화

	스마트도시	Urban AI
관점	기술적 관점	도시 또는 시민 관점
기술 범위	AI를 포함한 모든 디지털 기술	AI를 중심으로 필요한 기술 선택
서비스	통합플랫폼, 종합적 서비스 및 재화 제공	AI가 도시를 학습, 이해 도시에게 필요한 기술 선택
목적	도시 운영의 최적화	도시문제 예측, 사전 예방적 접근
개인정보	디지털 권리 충돌	AI 윤리, 투명성, 공정성

Data source : 이세원. 2024. Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응 방안. 국토연구원

- 8 -

2. Urban AI 이론



Data source : 이세원. 2024. Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응 방안. 국토연구원

- 9 -

유비쿼터스 도시

비접촉 무선인식(RFID)

센서 네트워크(USN)

U-City 플랫폼

스마트도시

빅데이터, AI

클라우드 컴퓨팅

사물인터넷(IoT)

디지털트윈

통합플랫폼

데이터 허브

사이버물리시스템(CPS)

포스트 스마트도시 (새로운 도시모델)

Urban AI



- 도시데이터
- AI 모델
- 에이전트 집합
- 공공서비스
- AI 중심 도시화 기술 선택
- 시민들의 디지털 역량

변화된 도시모델

자율 도시
(Autonomous City)

도시문제 사전예방

개인화된 공공서비스

도시 이해관계자(에이전트)

도시 생산성 향상

직업구조, 중심지 변화

일상적·개성적

포용적 사회

공정한 의사결정

Data source : 이세원. 2024. Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응 방안. 국토연구원

- 11 -



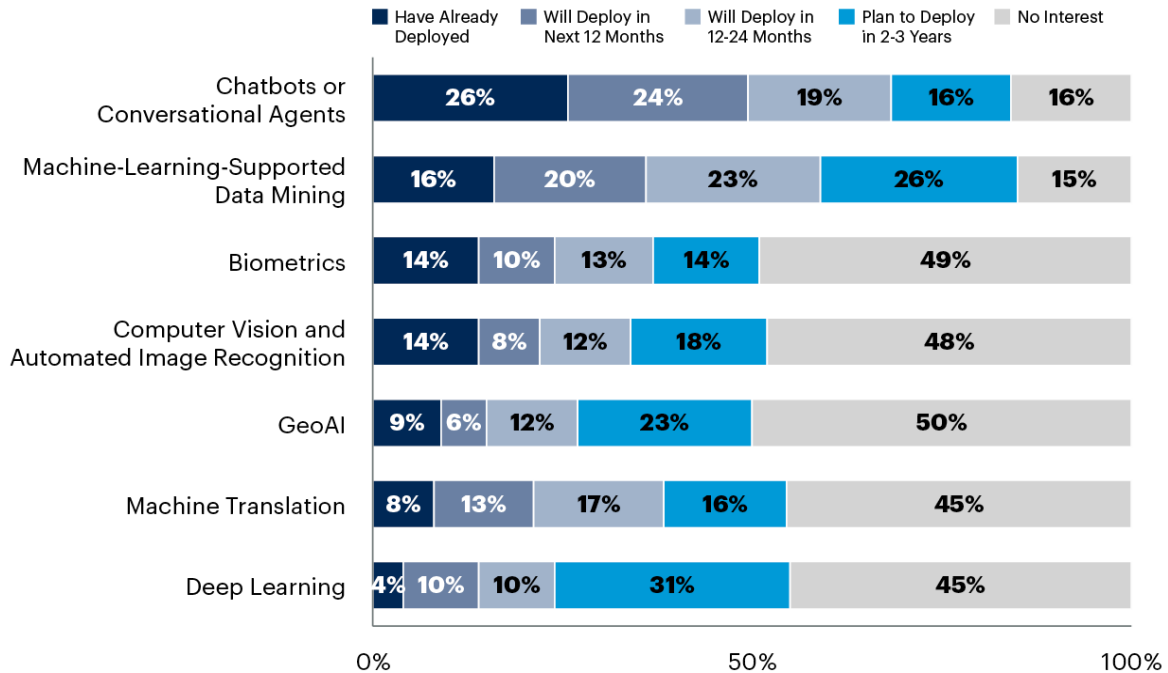
Chapter 3

공공부문 AI 사례



공공에서 채택한 AI 유형

Type of AI Adoption Across Government

Data source : Gartner, 2021. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-10-05-gartner-says-government-organizations-are-increasing->

- 12 -

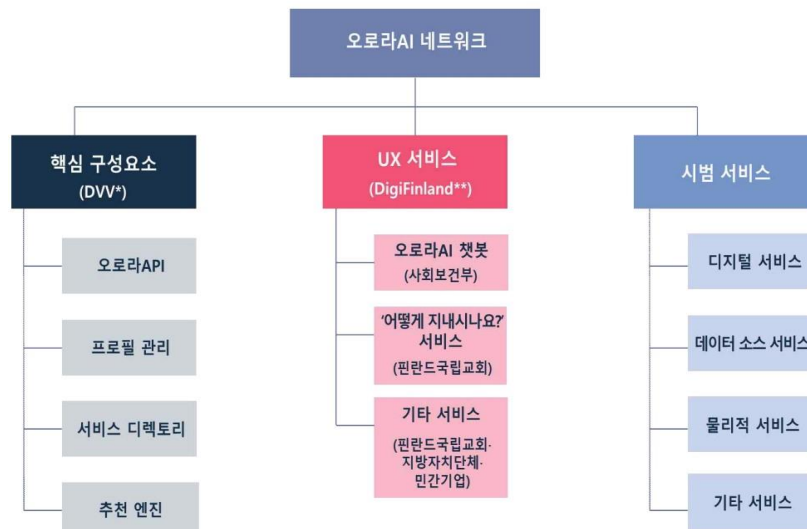
3. 공공부문 AI 사례

핀란드 AuroraAI



✓ 국민 행복을 최우선으로 하는 ‘Aurora AI’ 프로그램

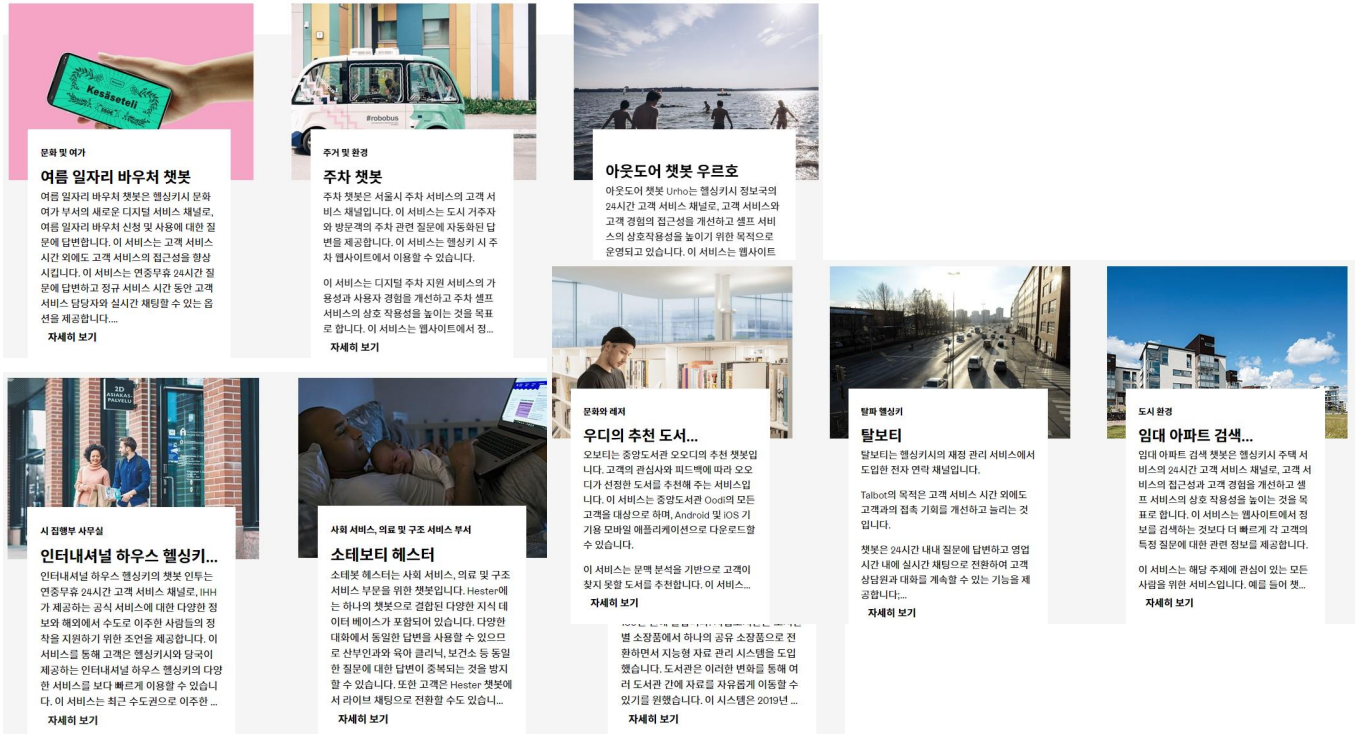
- 시민들의 생애주기에서 필요한 사건(취업·결혼·출산 등)에 따라 AI 어시스턴트가 개인화된 행정서비스를 제공하는 디지털 플랫폼 개발
- (AI 유형) 챗봇, 추천시스템, 예측분석, 시뮬레이션, 알고리즘식 의사결정, AI주도 정보관리



Data source : 한국지능정보사회진흥원. 2023. 「The AI Report」. 3-6p.

- 13 -

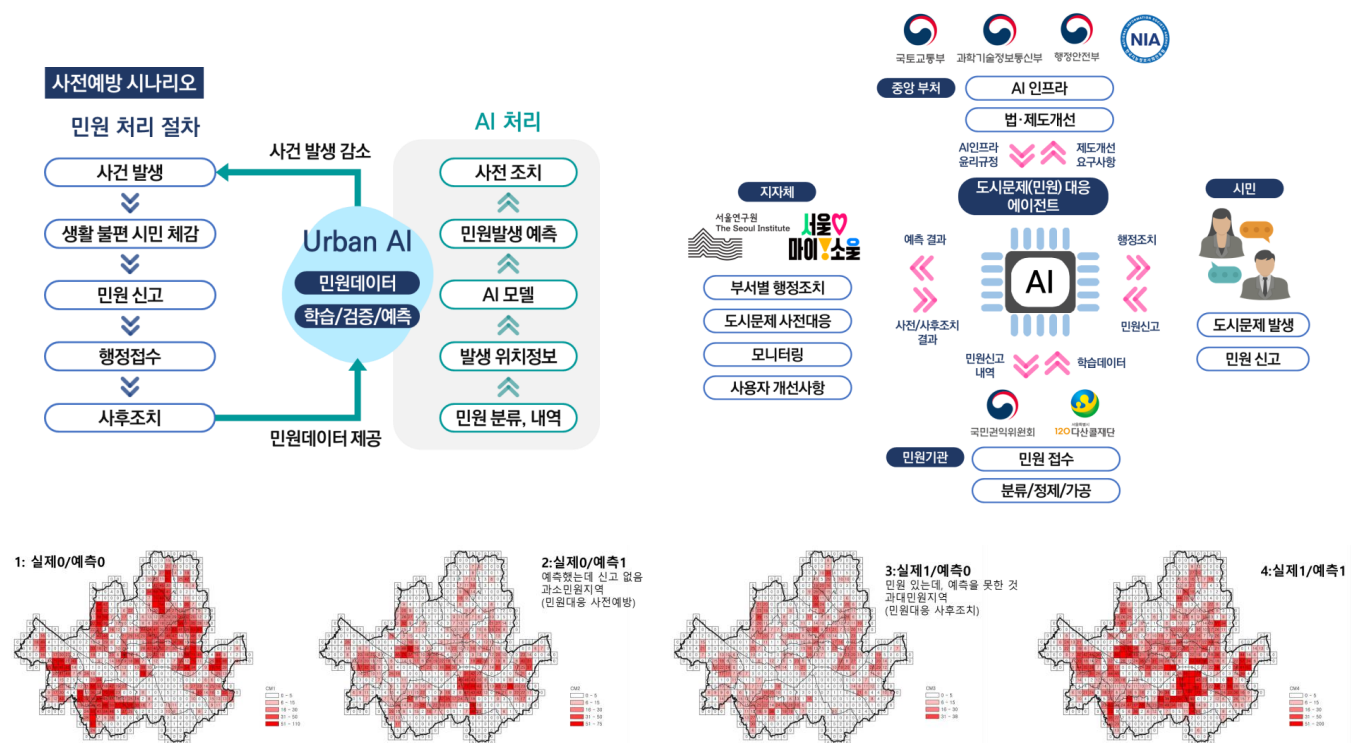
헬싱키의 AI Register



Data source : <https://ai.hel.fi/en/ai-register/>

- 14 -

민원데이터 기반 도시문제 예측 모델 개발



Data source : 이세원. 2024. Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응 방안. 국토연구원

- 15 -



Chapter 4

정책방향과 과제

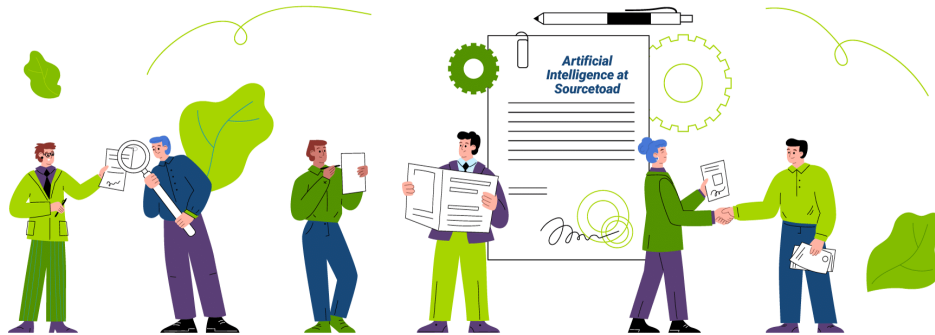


그림 출처: <https://sourcetoad.com/building-an-ai-policy-for-your-company/>

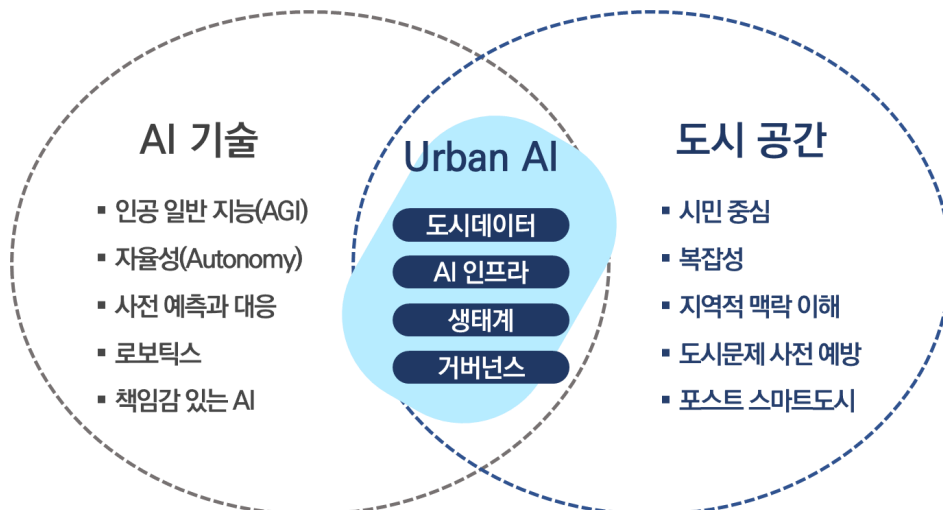
4. 정책방향과 과제



IV. 정책방향과 과제

Urban AI의 조작적 정의

- ✓ “도시 인공지능 + 자율도시 = Urban AI 패러다임”
- ✓ “포스트 스마트도시 관점에서 도시가 인공지능을 중심으로 도시화 기술(Urbanize Tech)을 선택하고, 인간에게 포용적이고 공정하며 신뢰할 수 있는 의사결정이 자율적으로 이루어지는 도시”



EU, Evaluating spatial planning practices with digital plan data

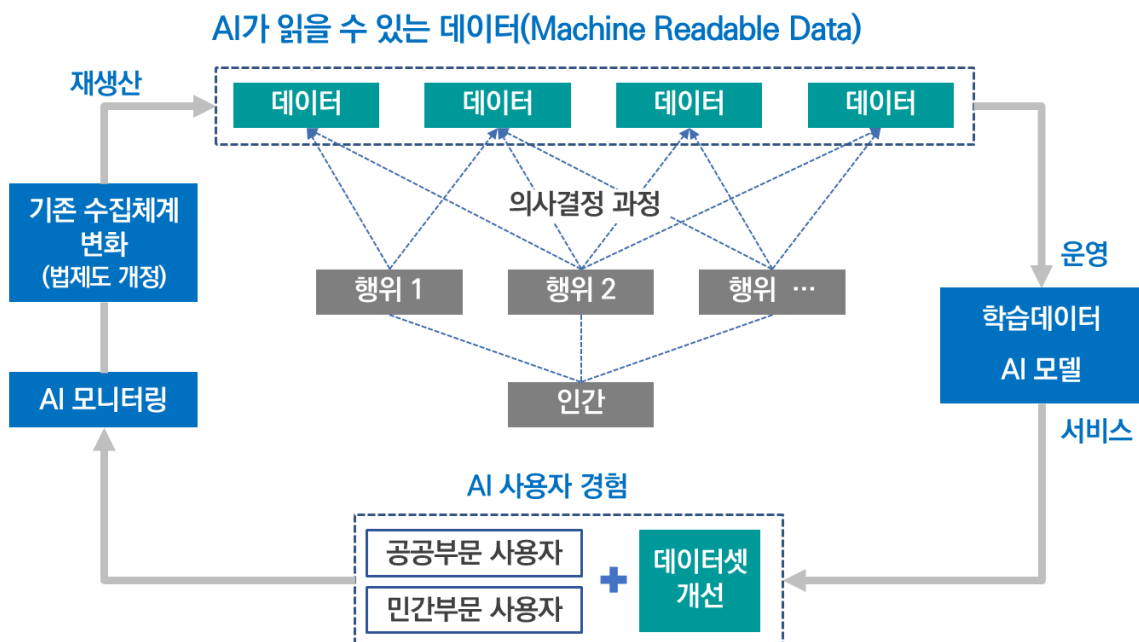
Degree of digitisation of plans



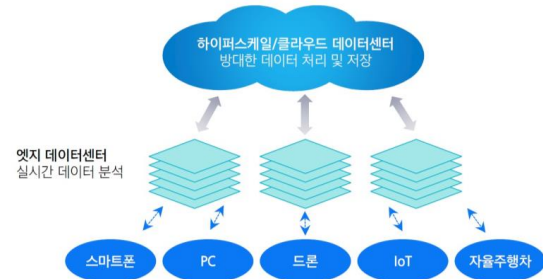
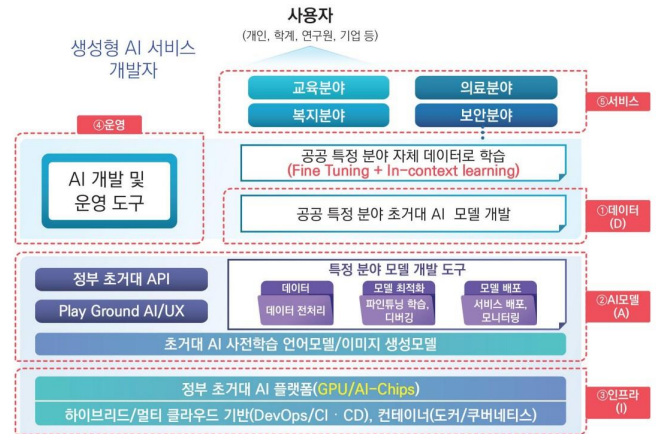
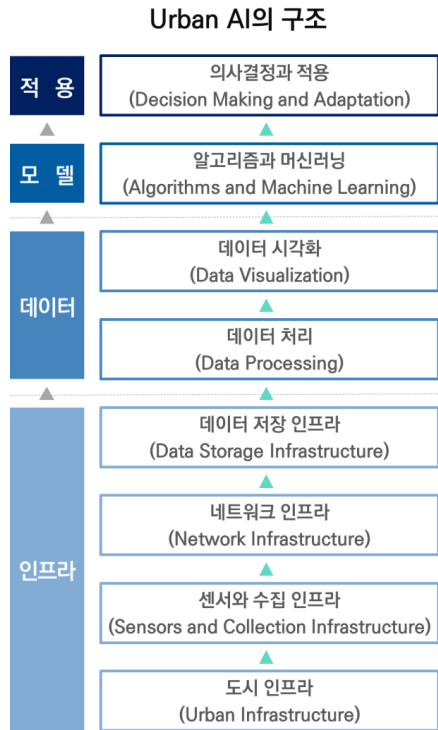
Data source : ESPON(2021), DIGIPLAN – Final report 「Evaluating spatial planning practices with digital plan data」

- 17 -

도시데이터 생산체계

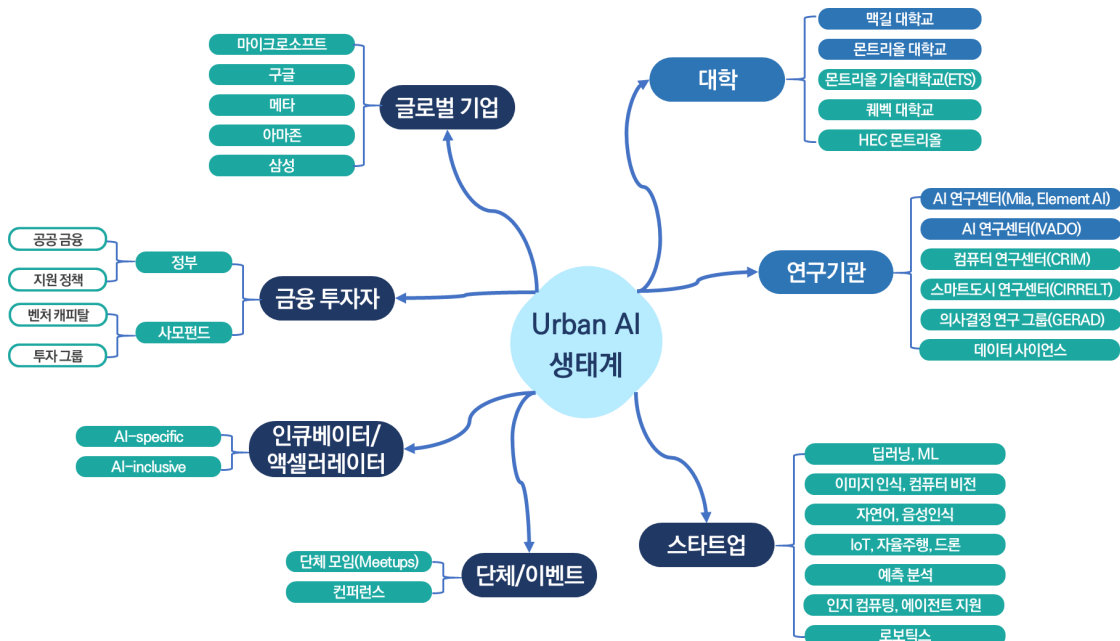


AI 인프라



Data source : 이세원. 2024. Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응 방안. 국토연구원

AI 생태계



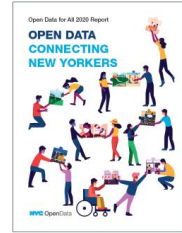
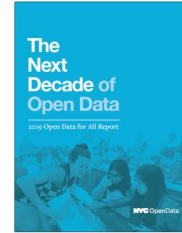
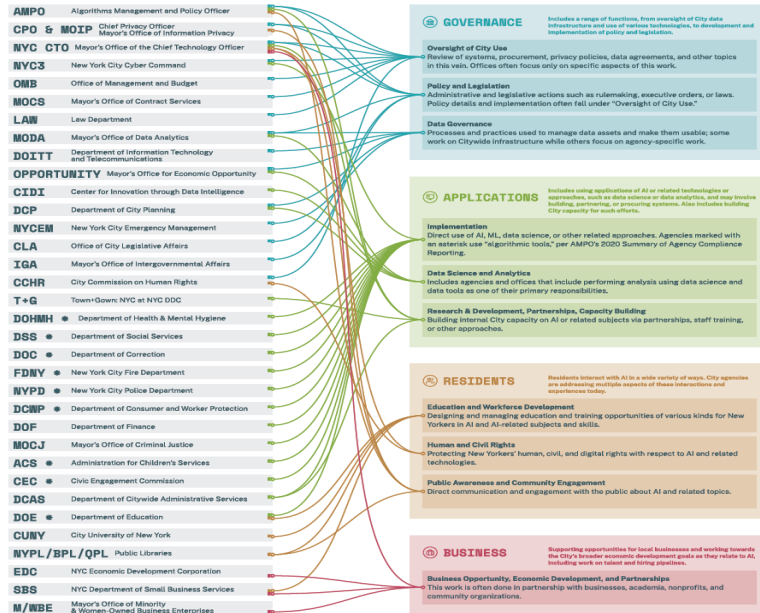
Data source : 이세원. 2024. Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응 방안. 국토연구원

4. 정책방향과 과제

AI 거버넌스 NYC

“Urban Data, Applications, Governance, Partnerships, Equity” 5가지 목적으로 추진

산하 부서/기관의 AI 활용 목적 구성-방법론 매칭, 공공데이터의 AI에 활용할 수 있는 수준으로 개편



Improve User Experience				
	Strategic Initiatives	Timeline	Status	Progress Description
Project Lead: Jane Doe	1. Explore an open source platform that offers robust design, development, and user experience capabilities while ensuring adequate access to the underlying code for the public service	Medium-term	In Progress	Researching various open source platforms including Drupal, WordPress, Joomla, and others. Initial evaluation of Drupal CMS, considering its flexibility and security features. Planning to conduct a proof of concept for Drupal CMS to assess its suitability for the state's needs.
	2. Enhance platform access and collaboration among gathering organizations by making development so simple that anybody of any age can be successful	Short-Term	In Progress	Completed working with City agency to enhance the user interface and navigation of the platform. Planning to launch a training program for community members to ensure they can effectively use the platform.
	3. In collaboration with the Mayor's Office of Policy and Planning, develop a plan to make the platform more accessible by people of all abilities	Short-Term	In Progress	Working with the Mayor's Office of Policy and Planning to develop a plan to make the platform more accessible. Planning to conduct a user experience study to identify accessibility barriers and develop a plan to address them.
	4. Streamline communication among NCTD Open Data by improving the transparency and responsiveness of all help desk for all users	Short-Term	In Progress	Completed initial review of existing help desk processes. Planning to implement a new help desk system that will improve the transparency and responsiveness of all help desk for all users.
	5. Create an feedback around all content materials, and updates to ensure standards reflect current needs	Medium-term	In Progress	Completed review of existing content materials. Planning to implement a new feedback system that will allow users to provide feedback on content materials and updates to ensure standards reflect current needs.
Project Lead: John Smith	6. Current Open Data is missing critical information, including data on agency websites and other public information. Develop a plan to improve the transparency and responsiveness of all help desk for all users	Long-term	Future	The NCTD Open Data is missing critical information, including data on agency websites and other public information. Planning to develop a plan to improve the transparency and responsiveness of all help desk for all users.
	7. Research additional open source platforms that offer robust design, development, and user experience capabilities while ensuring adequate access to the underlying code for the public service	Medium-term	Future	NCTD Open Data is missing an open source platform that offers robust design, development, and user experience capabilities while ensuring adequate access to the underlying code for the public service.
	8. Formulate a publishing process for all City departments to ensure that all data is published in a timely and accurate manner	Short-term	In Progress	Initiated a pilot program for City departments to ensure that all data is published in a timely and accurate manner. Planning to launch a training program for city employees to ensure they can effectively use the platform.

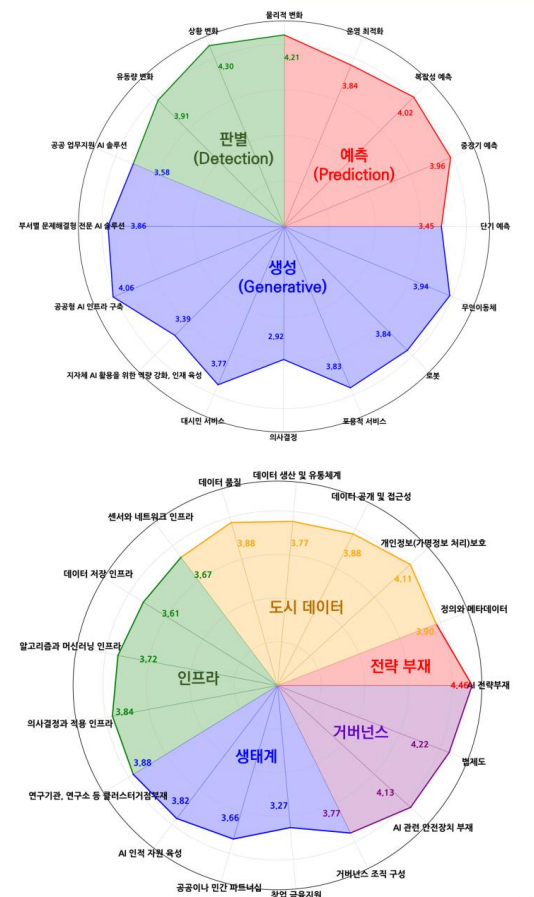
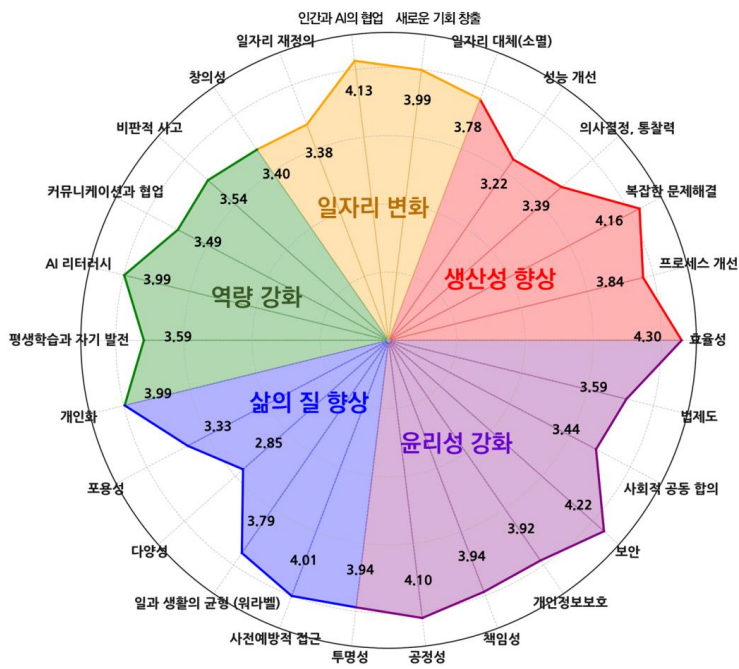
Data source : NYC. 2021. AI Strategy: The New York City Artificial Intelligence Strategy.

Data source : 이세원. 2024. Urban AI 기반 미래도시 예측과 대응 방안. 국토연구원

- 21 -

4. 정책방향과 과제

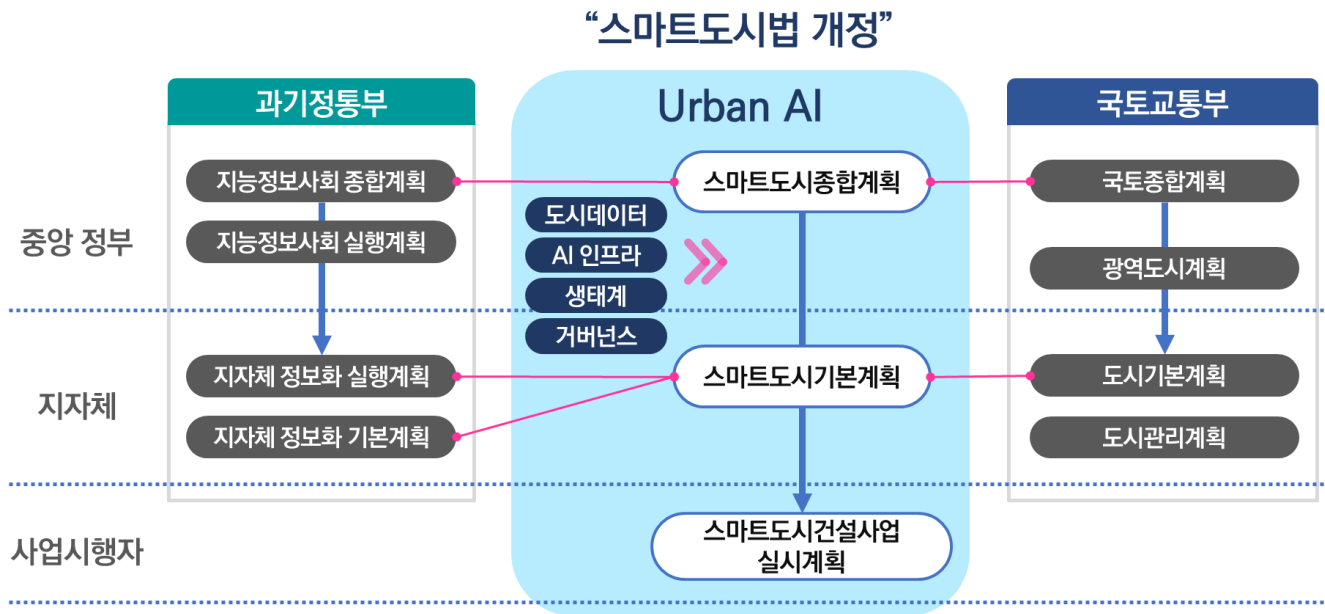
전문가 설문조사(N=141)



Data source : 이세원. 2024. Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응 방안. 국토연구원

- 22 -

신기술-구제도의 간극, 법개정



Data source : 이세원. 2024. Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응 방안. 국토연구원

- 23 -

Q & A



발제2(도시계획)

도시계획에서의 거대 언어모델 도입 가능성

성시윤

인천광역시 도시계획과 광역계획팀 박사



도시기본계획에서 거대 언어모델의 도입 가능성

- 2040년 인천 도시기본계획을 중심으로 -

Adopting the Large Language Model
in the Development of Incheon Urban Comprehensive Plan

성 시 윤

Siyoun Sung, Ph.D.

Public Official at Incheon Metropolitan City Government
Bridging Practice and Research in Urban Planning

Contents

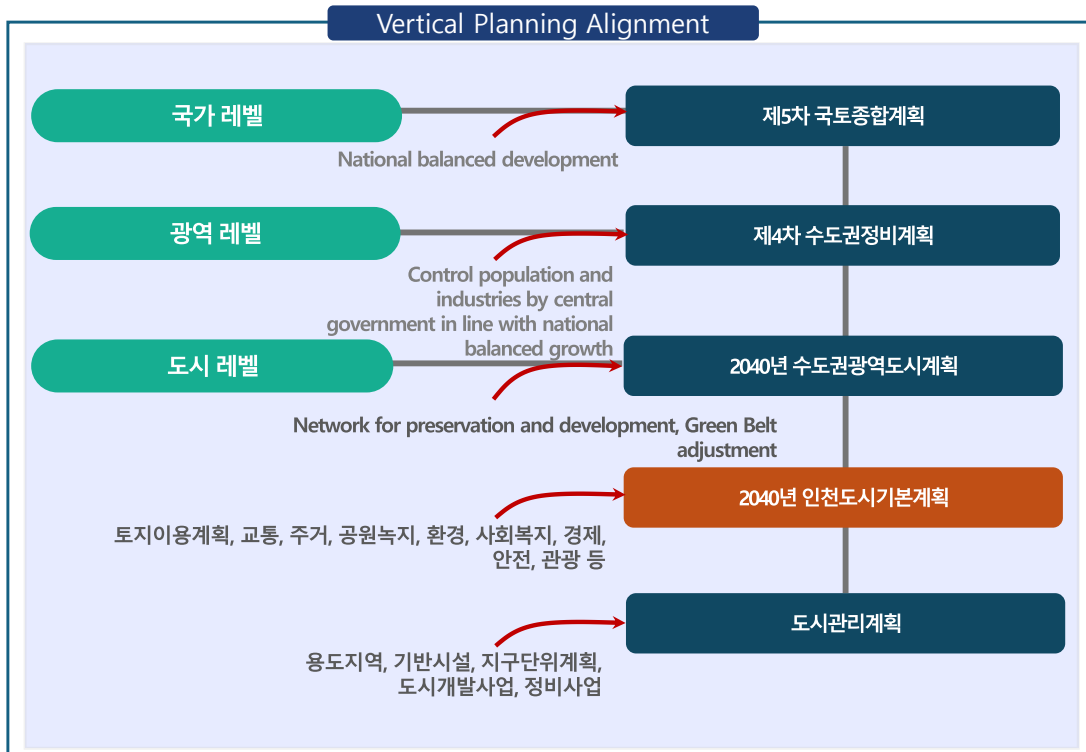
I. Introduction

II. Modeling

III. Research Question

IV. Evaluation

V. Implication



5

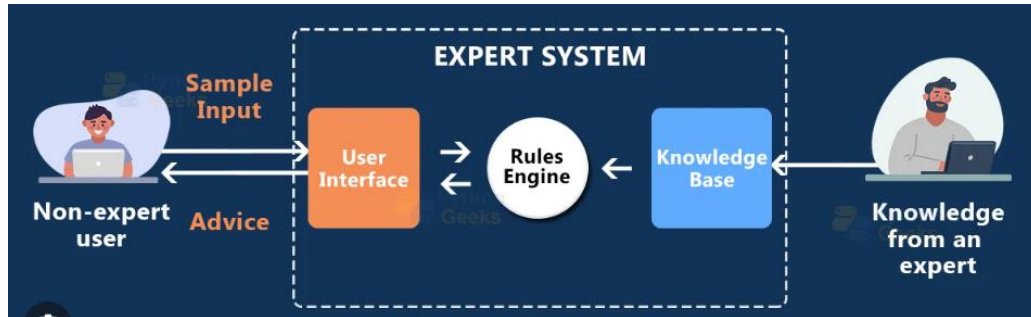
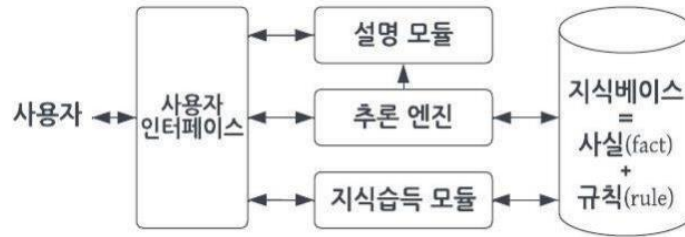
② 생각하는 기계: 인공지능

- Descartes(1596-1650) : ‘인간’이란
 - “기계는 사전에 정의된 지침에 따라 반응할 뿐 스스로 적절한 반응을 할 수 없다.”<방법서설, 1637>
- Ada Lovelace(1815-1852): 보편적 기계인 해석기관(analytical engine) 발명
 - “기계가 우리에게 새로운 지식을 제공할 수 없다”

-
- **Alan Turing**(1912-1954): 생각하는 기계 & 구분하는 방법
<Computing Machinery and Intelligence> – Mind(1950)
 - Nobert Wiener(1955): Cybernetics(1948), Feedback theory(1955)
 - John McCarthy(1956): “Artificial Intelligence”
 - Frank Rosenblatt(1957): “Perceptron”
 - **Newell, Simon(1957): General Problem Solver*** 실패: 보편적 기계는 현실에서 불가 → **Expert System**
 - Rumelhart(1986): “error back-propagation”

6

II. Modeling ① Rule based Model

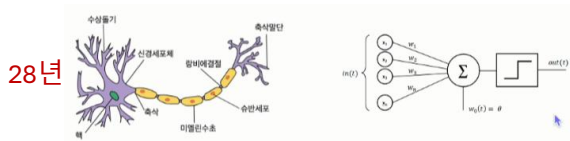


Source: <https://images.app.goo.gl/U8MfHbGy35wfGnFx6>

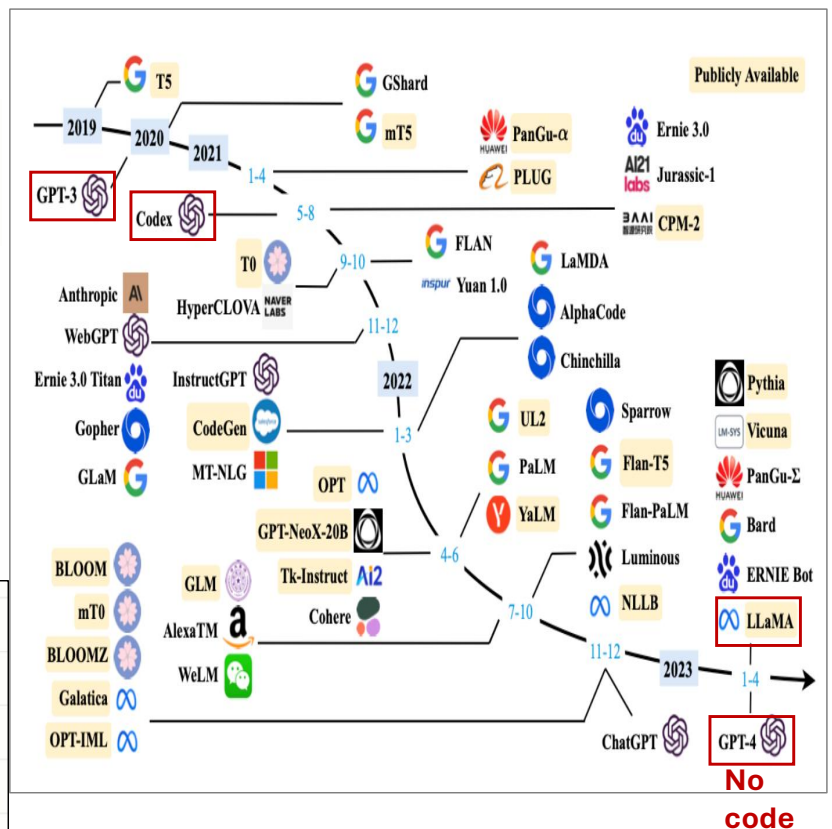
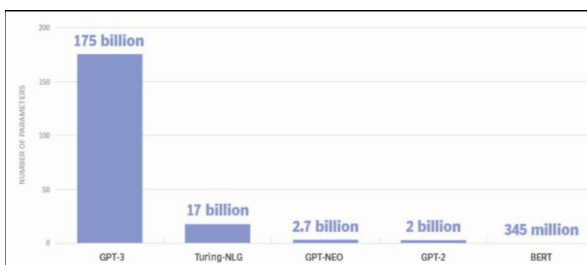
7

II. Modeling ② Learn based Model (LLMs)

- 1958 – Perceptron



- 1986 – 오차역전파, RNN
- 1997 – LSTM
- 2014 – Seq2Seq
- 2017 – Transformer
- 2018 – GPT, BERT
- 2022 – ChatGPT
- 2023 – GPT-4 (multimodal)

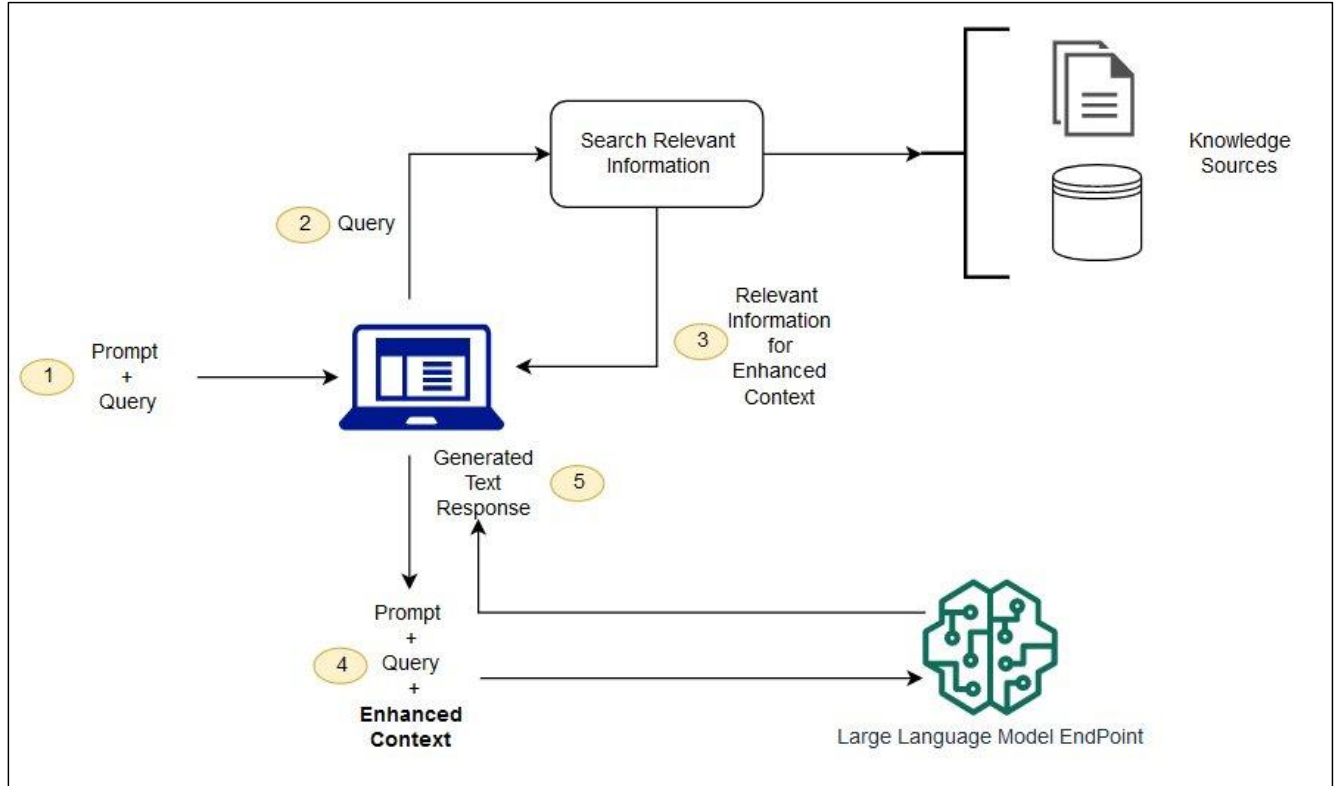
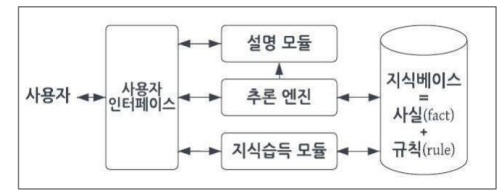


Source: Zhao, W. X., Zhou, K., Li, J., Tang, T., Wang, X., Hou, Y., Min, Y., Zhang, B., Zhang, J., & Dong, Z. (2023). A survey of large language models.

8

II. Modeling

③ Retrieval Augmented Generation (RAG)



Source: <https://aws.amazon.com/ko/what-is/retrieval-augmented-generation/>

III. 목표 (Research Questions)

Modeling

① 도시기본계획을 수립하는 인공지능을 개발할 수 있는가?

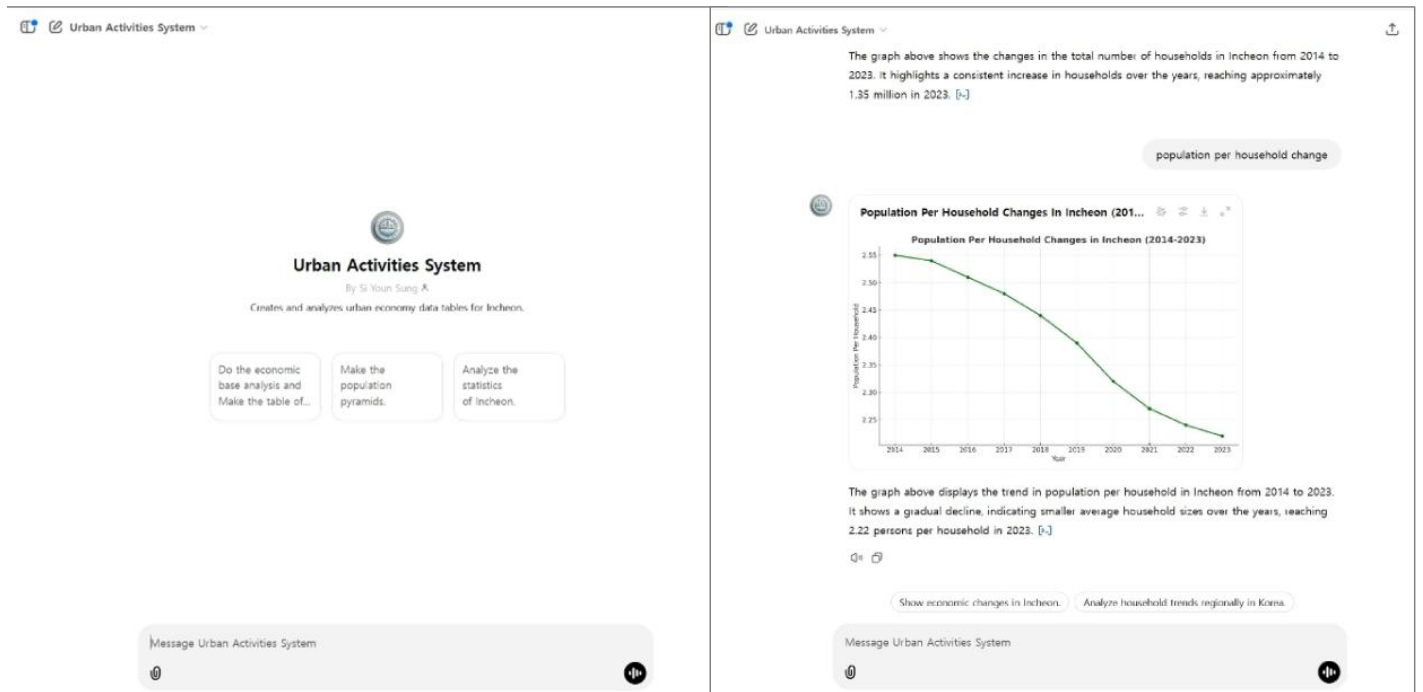
Analysis

② 인공지능과 인간의 계획을 구분할 수 있는가?

③ 인공지능의 계획과 인간 계획의 차이는 무엇인가?

A. 기초조사 및 지역현황 분석

① 기초조사 및 지역 현황 (Fact Base)

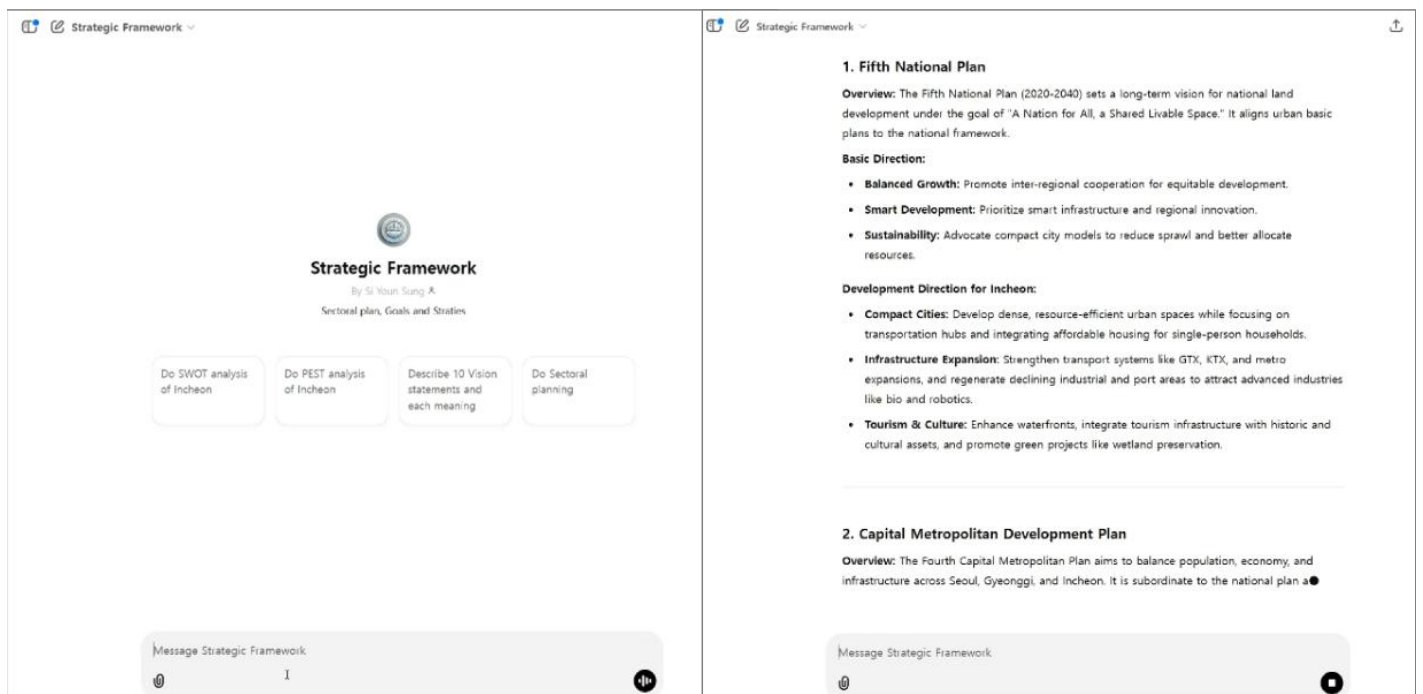


- 입력자료: 주민등록 인구 및 세대현황 및 지역별 고령 인구현황(행정안전부 주민등록 인구통계), 2023 인천의 사회지표(인천광역시)

11

A. 기초조사 및 지역현황 분석

② 상위계획과 관련계획 분석 (Vertical & Horizontal Alignment)



- 입력자료: 제5차 국토종합계획(국토교통부, 2019), 제4차 수도권정비계획(국토교통부, 2020) 등

12

The interface shows the 'Urban Activities System' logo and three main buttons: 'Do the economic base analysis and Make the table of...', 'Make the population pyramids.', and 'Analyze the statistics of Incheon.' The 'Make the population pyramids.' button is selected.

The pyramids show a noticeable broadening at the top, particularly in the 60+ age groups, indicating an aging population.

This aging trend necessitates enhanced **healthcare facilities, age-friendly housing, and accessible public spaces** to support the elderly.

2. Decline in Young Population

A narrowing base is evident, reflecting a decline in younger age groups (0-14 years). This may be attributed to **low fertility rates** and **decreasing birth rates**, as corroborated by Incheon's fertility rate of 0.747 in 2022.

This trend emphasizes the need for policies to encourage childbirth, such as **childcare support, family-friendly work environments, and investments in education infrastructure**.

3. Economic Impact of Changing Demographics

A shrinking working-age population (15-64 years) relative to dependents (both younger and older) could impact economic productivity.

Urban planning must focus on **retaining youth through job creation, upskilling the workforce**, and attracting migrants to bolster the labor pool.

4. Housing and Urban Development

An increasing elderly population and smaller household sizes suggest a shift in housing demand towards **smaller, accessible housing units and community-based living arrangements**.

Strategic land-use planning is required to cater to these demographic changes while optimizing urban density.

5. Transportation and Mobility

As mobility needs evolve with an aging population, urban planning should integrate **accessible public transportation system**, and prioritize

- 입력자료: 행정안전부 주민등록 인구통계(2024)

The interface shows the 'Urban Activities System' logo and three main buttons: 'Do the economic base analysis and Make the table of...', 'Make the population pyramids.', and 'Analyze the statistics of Incheon.' The 'Do the economic base analysis and Make the table of...' button is selected.

		Rank	Industry	2011 LQ
1	7	1	운수 및 창고업	1.4364705
2	4	2	수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업	1.2708041
3	2	3	제조업	1.2087904
4	3	4	전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	1.2669941
5	16	5	보건업 및 사회복지	0.9849707

The **Economic Base Analysis and LQ Table** has been generated and displayed for you. This table highlights the **rank of Location Quotients (LQs), LQ values for 2011 and 2020**, and whether an industry qualifies as a base industry ($LQ \geq 1$).

Interpretation of Results:

- Transportation and Storage (운수 및 창고업)** had the highest LQ in 2020 (1.521), confirming its strong presence as a base industry in Incheon.
- Other industries like **Manufacturing, Waste Management, and Health and Social Welfare** also demonstrated base characteristics with LQs exceeding 1 in 2020.
- The **Electricity, Gas, Steam, and Air Conditioning Supply** sector maintained its status as a base industry but with a slight decline in LQ from 2011 to 2020.
- These insights indicate that Incheon has a robust economic foundation in industrial and service-oriented sectors. [~]

Analyze industries declining in importance. Highlight employment growth in base sectors.

- 입력자료: 시도 · 산업 · 사업체구분별 종사자수(KOSIS, 2024)

B. 부문별 계획

Category	Sub-category	Details
1. Urban Revitalization and Balanced Development	1.1 Incheon Inner Port Redevelopment	Develop "Jeonmang Tower" and cultural landmarks. Transform underutilized areas into tourism-friendly zones.
	1.2 Dongincheon Station Redevelopment	Create multi-purpose urban spaces combining retail and housing. Enhance walkability with pedestrian-friendly infrastructure.
	1.3 Cultural Walkways	Establish interconnected routes featuring Jemulpo Club and Open Port Plaza. Use smart technologies for navigation.
2. Sustainable New Development Growth	2.1 Eco-Density Zoning	Limit density to 200 persons/ha in new zones. Integrate green corridors and eco-design principles.
	2.2 Affordable and Green Housing	Launch "Smart Village" housing projects. Use renewable energy sources and smart grids.
	2.3 Smart City Initiatives	Deploy advanced monitoring systems for energy management. Run "Living Labs" for co-developing smart services.
3. Connectivity Between Urban and Suburban Areas	3.1 Underground Infrastructure Projects	Finalize the "Incheon Daero Undergrounding." Reclaim upper spaces for parks and green corridors.
	3.2 Subway Network Expansion	Extend Metro Lines 1 and 2 to connect Songdo and Gyeonggi. Integrate with the national rail system.
	3.3 Urban-North Road Networks	Complete Middle Bridge Tunnel to connect districts. Focus on transit-oriented development (TOD) along key routes.
4. Activation of Island Regions	4.1 Tourism and Business Hubs	Establish "Opportunity Zones" in Ganghwa and Ongjin. Design historical and cultural circuits for tourists.

- 입력자료: 주요 업무계획(대국민 공개)
- 수립부문: ①도심·주거환경, ②교통·물류, ③경제·산업, ④관광·문화·체육, ⑤건강·의료·복지, ⑥환경·방재

15

C. 기본구상

Here is the PEST analysis of Incheon summarized in a table format:

Category	Factors	Details
Political	Government Policy & Development Plans	Alignment with 5th National Territorial Plan, Capital Metropolitan Development Plan.
	Legislative Support	Laws like Urban Railway Underground Development Act enable infrastructure modernization.
	International Relations	Global cooperation through hosting organizations like GCF.
Economic	Strategic Economic Zones	Growth driven by Free Economic Zones (Songdo, Cheongna, Yeongjong).
	Tourism & Logistics	Development of cruise terminals, eco-tourism projects.
	Population Dynamics	Population growth increases housing and service demand.
Social	Trade & Competition	Benefits as a trade gateway but faces competition from ports like Pyeongtaek.
	Demographics & Diversity	Accommodates multicultural families, aging population needs welfare expansion.
	Cultural Development	Focus on heritage preservation, cultural tourism, and international education.
Technological	Urban Quality of Life	Mixed satisfaction in housing, transportation, and green spaces.
	Smart City Initiatives	AI, IoT, and blockchain integrated into city management.
	Renewable Energy	Supports carbon neutrality with eco-friendly projects.
	Transport Innovation	Expanding GTX, KTX, and AI-powered traffic systems.
	Industry 4.0	Investments in biotech, robotics, and IT.

- 대내외 여건 및 상위계획 분석(SWOT / PEST 분석)

16

IV. 계획의 품질 ① 환각효과 및 분석 에러

상용 모델과 도시계획 전문 모델의 개발 차이 비교

- (내용적) 상용모델은 지역의 특수성 고려 못함. 선험적 지식만 가지고 있을 뿐 지역에 대한 특수성 이해 못함
- (형식적) 도시기본계획의 특정 서식에 대한 학습이 없음

예시 Q) “인천의 폭우 재해취약성 분석결과 1등급에서 4등급까지 면적과 비율을 알려줘”

2.2. 폭우 재해취약성 분석 결과

- 1등급 면적: 12,515,063㎡, 비율: 1.14%
- 2등급 면적: 50,717,594㎡, 비율: 4.61%
- 3등급 면적: 430,863,610㎡, 비율: 39.17%
- 4등급 면적: 605,974,325㎡, 비율: 55.08%

ComPlanAI

<Table 1> Rainfall Disaster Vulnerability Analysis 구분 집계구(수) 집계구(%) 면적(㎡) 면적(%)
1 등급 112 1.90 12,515,063 1.14
2 등급 833 14.10 50,717,594 4.61
3 등급 3,506 59.35 430,863,610 39.17
4 등급 1,456 24.65 605,974,325 55.08
계 5,907 100.00 1,100,070,792 100.00

실제 데이터

사이트 4개 검색함

인천의 폭우 재해 취약성 분석 결과에 따르면, 각 등급별 면적과 비율은 다음과 같다.

- 1등급 (매우 높은 취약성)
 - 면적: 50.4 km²
 - 비율: 8.5%
- 2등급 (높은 취약성)
 - 면적: 120.3 km²
 - 비율: 20.2%
- 3등급 (중간 취약성)
 - 면적: 234.7 km²
 - 비율: 39.3%
- 4등급 (낮은 취약성)
 - 면적: 191.6 km²
 - 비율: 32.0%

ChatGPT-4o

Flood Disaster Vulnerability Analysis Results

Grade 1 (Highly Vulnerable)

- Area: 13.43 km²
- Ratio: 4.53%

Grade 2 (Vulnerable)

- Area: 34.11 km²
- Ratio: 11.51%

Grade 3 (Moderately Vulnerable)

- Area: 63.41 km²
- Ratio: 21.41%

Grade 4 (Less Vulnerable)

- Area: 187.05 km²
- Ratio: 62.55%

Llama 3

최신 분석 결과 (2024년 기준)

인천시의 폭우 재해 취약성 분석 결과는 1등급부터 4등급까지 다음과 같습니다.

등급	면적 (km²)	비율 (%)	상세 내역
1등급 (매우 높은)	85.7	10.3	- 객관 지치(도, 만조 시 해수면 아래에 잠기는 지역 (강원도, 동해군 일부) - 극한 침수 위험지역: 과거 침수 피해 경향이 높거나, 하천 범람 위험이 높은 지역 (만월동, 주안동, 서구 일부)
2등급 (높은)	212.4	25.8	- 급경사 지역: 폭우 시 토사 유출 및 산사태 위험이 높은 지역 (북구, 개항구 산지 지역) - 지하수위 고지 지역: 지하 수위가 높을 경우 위험이 높은 지역 (도화동, 서구 일부)
3등급 (보통)	389.1	47.2	- 저밀도 주택과 생활 지원 공간 확보가 어려운 침수 위험이 있는 지역 (부평구, 남동구 일부) - 도로 침수 위험지역: 과거 도로 침수 피해 경향이 있는 지역 (송도, 영종도 일부)
4등급 (낮음)	102.8	16.7	- 기타 지역

Gemini

IV. 계획의 품질 ② 평가지표(Metrics)

내적 성능(Internal evaluation) 평가

- LLM 자체의 언어구사에 대한 성능평가
- 내부 평가(metric)은 법률, 의학 등 파인튜닝한 모델과 비교
- 상용모델과 특화된 전문가 시스템의 개발 차이 비교

SOTA모델과 비교한 성능평가 결과

Metric	ComPlanAI	Gemini	CLOVA X	Llama3 70B	GPT-4o
METEOR	0.572	0.053	0.054	<u>0.100</u>	0.095
ROUGE-1 Precision	0.624	0.388	0.593	0.716	<u>0.697</u>
ROUGE-1 Recall	0.412	0.188	<u>0.309</u>	0.291	<u>0.279</u>
ROUGE-1 F-Score	0.496	0.253	0.406	0.414	0.398
ROUGE-2 Precision	0.278	0.089	<u>0.294</u>	0.303	0.277
ROUGE-2 Recall	0.183	0.043	<u>0.152</u>	0.122	0.110
ROUGE-2 F-Score	0.221	0.058	<u>0.201</u>	0.174	0.157
ROUGE-L Precision	0.376	0.238	0.430	0.388	<u>0.394</u>
ROUGE-L Recall	0.248	0.115	<u>0.224</u>	0.158	0.158
ROUGE-L F-Score	0.299	0.155	<u>0.295</u>	0.224	0.225
BLEU	0.398	0.003	0.003	<u>0.014</u>	0.006
F1 Precision	0.633	0.128	0.100	0.214	<u>0.237</u>
F1 Recall	0.521	0.082	0.096	0.123	<u>0.124</u>
F1 Score	0.571	0.100	0.122	0.157	<u>0.162</u>

RAG를 활용한 타 언어모델과 성능 비교

	F1	METEOR	ROUGE-LR	비고
Zhu, et al.(2024)	0.51	-	-	의료 RAG
Jeong, et al.(2024)	0.383 ~ 0.607*	-	-	Adaptive-RAG
장진희(2023)	0.4977	0.3174	0.1595	지시학습 RAG
김보미(2024)	-	-	0.140	관광 RAG
ComPlanAI	0.571	0.572	0.248	ours

* AdaptiveRAG: 질문의 복잡도에 따라 동적으로 대응하는 RAG

- 간단한 쿼리에는 불필요한 오버헤드, 복잡한 단계 쿼리는 충분한 대응 x
- Classifier(분류기)로 복잡도 예측

Source: Zhu, Y., C. Ren, S. Xie, S. Liu, H. Ji, Z. Wang, T. Sun, L. He, Z. Li and X. Zhu (2024). "REALM: RAG-Driven Enhancement of Multimodal Electronic Health Records Analysis via Large Language Models." *arXiv preprint arXiv:2402.07016*. 장진희, 이정, 서대룡, 전동현, 강인호 and 이승훈(2023). "지시 학습에 기반한 검색 증강 언어 모델."

한국정보과학회 학술발표논문집(2023/12): 389-391.

김보미 (2024). 검색증강생성과 대형언어모델 GPT-4를 이용한 여행사 챗봇 개발, 서강대학교 정보통신대학원.

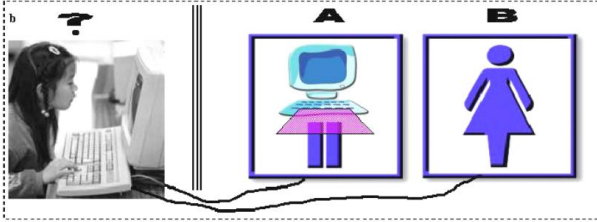
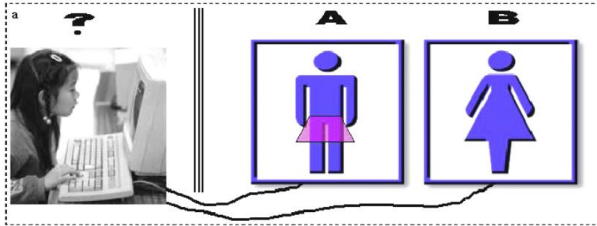
Table 2: Results on each of a collection of datasets with FLAN-T5-XL (3B) as the LLM. We emphasize our results in bold.

Data	Types	Methods	SQuAD					Natural Questions					TriviaQA				
			EM	F1	Acc	Step	Time	EM	F1	Acc	Step	Time	EM	F1	Acc	Step	Time
Single-step	Simple	No Retrieval	3.60	10.50	5.00	0.00	0.11	14.20	19.00	15.60	0.00	0.13	25.00	31.80	27.00	0.00	0.13
		Single-step Approach	27.80	39.30	34.00	1.00	1.00	37.80	47.30	44.60	1.00	1.00	53.60	62.40	60.20	1.00	1.00
	Adaptive	Adaptive Retrieval	13.40	23.10	17.60	0.50	0.55	28.20	36.00	33.00	0.50	0.56	38.40	46.90	42.60	0.50	0.56
		Self-RAG	2.20	11.20	18.40	0.63	0.50	31.40	39.00	33.60	0.63	0.17	12.80	29.30	57.00	0.68	0.45
	Complex	Adaptive-RAG (Ours)	26.80	38.30	33.00	1.37	2.02	37.80	47.30	44.60	1.00	1.00	52.20	60.70	58.20	1.23	1.54
		Multi-step Approach	24.40	35.60	29.60	4.52	9.03	38.60	47.80	44.20	5.04	10.18	53.80	62.40	60.20	5.28	9.22
Oracle	Adaptive-RAG w/ Oracle	32.00	45.60	38.20	1.24	1.60	47.40	57.10	53.60	1.10	1.55	61.60	70.20	66.40	0.79	1.10	

Source: Jeong, S., J. Baek, S. Cho, S. J. Hwang and J. C. Park (2024). "Adaptive-rag: Learning to adapt retrieval-augmented large language models through question complexity." *arXiv preprint arXiv:2403.14403*.

IV. 계획의 품질 ③Turing Test

외적 성능(external evaluation) 평가



Source:
https://www.researchgate.net/figure/fig1_242436425

Vol. LIX. No. 236.] [October, 1950]

MIND

A QUARTERLY REVIEW
 OF
 PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY

I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE

By A. M. TURING

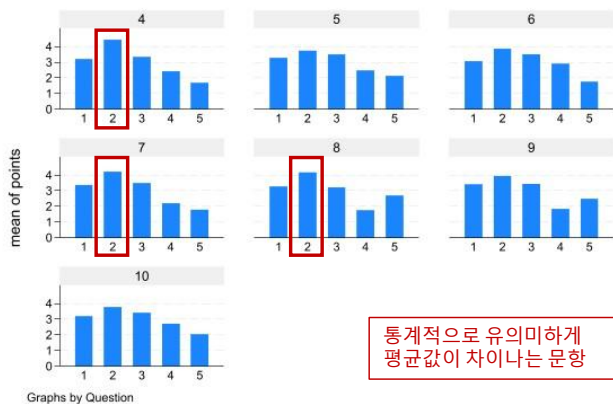
1. The Imitation Game.

I PROPOSE to consider the question, 'Can machines think?' This should begin with definitions of the meaning of the terms 'machine' and 'think'. The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words 'machine' and 'think' are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning and the answer to the question, 'Can machines think?' is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll. But this is absurd. Instead of attempting such a definition I shall replace the question by another, which is closely related to it and is expressed in relatively unambiguous words.

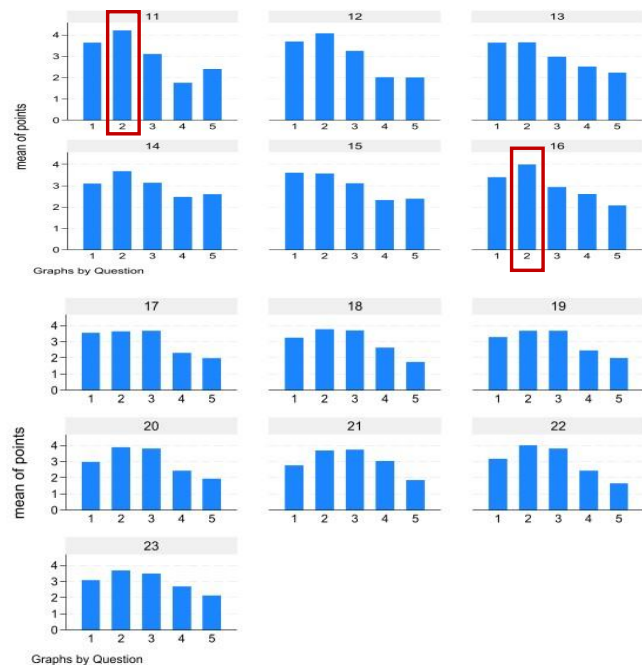
The new form of the problem can be described in terms of a game which we call the 'imitation game'. It is played with three people, a man (A), a woman (B), and an interrogator (C) who may be of either sex. The interrogator stays in a room apart from the other two. The object of the game for the interrogator is to determine which of the other two is the man and which is the woman. He knows them by labels X and Y, and at the end of the game he says either 'X is A and Y is B' or 'X is B and Y is A'. The interrogator is allowed to put questions to A and B thus:

IV. 계획의 품질 ③튜링테스트

결과분석



- Q4: 내·외부 환경변화 및 지역특성 반영
- Q7: 물리적·비물리적 분야 통합 정도
- Q8: 상위계획 내용 수용 정도
- Q11: 교통, 물류 및 기반시설 분야
- Q16: 경제, 산업, 관광 및 사회 분야



V. 시사점

- **인간능력의 한계**
 - 자료의 방대함과 인간 기억능력의 한계로 합리적 종합계획(rational comprehensive)은 불가능하고 규범적으로만 존재할 뿐...(Lindblom, 1959; Miller, 1956; Banfield, 1973)
- **사실 기반(fact base)의 표현**
 - “A high-quality plan provides a clear and convincing picture of the future, which strengthens the plan’s influence in the land planning arena.”(Chapin, 2006)
- **Pattern recognition Vs. emergent sense**
 - “...**learn by recognizing patterns** in their own behaviours, thereby converting emergent strategies out of the past into deliberate ones for their future.
 - ...behaviour that seems to be the very **antithesis of planning can**, under certain circumstances, **inform it**, by providing creative new strategies to programme.” (Ahlstrand et al., 2001)

Source: Lindblom, C. E. (1959). "The Science of "Muddling Through". " Public administration review 19(2): 79-88.

Miller, G. A. (1956). "The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information." Psychological review 63(2): 81.

Banfield, E. C. (1973). "Ends and means in planning." A reader in planning theory 5: 139-149.

Chapin, F. S. (2006). Urban land use planning. Urbana, Urbana : University of Illinois Press.

Ahlstrand, B., J. Lampel and H. Mintzberg (2001). Strategy safari: A guided tour through the wilds of strategic mangament, Simon and Schuster.

감사합니다.

발제3(건설)

국가건설기준의 중복·상충부 관리를 위한 초거대언어모델 활용

김강민

가톨릭대학교 인공지능학과 교수





국가건설기준의 중복·상충부 관리를 위한 초거대언어모델 활용

December 2nd, 2024

Kang-Min Kim

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.



목차

1. 발표자 소개
2. 연구개발 필요성 및 기법
3. 연구개발 결과
4. 시스템 유지보수

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.

1. 발표자 소개

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.



발표자 소개



김강민 (Kang-Min Kim)

Educational Background

- Ph.D. in Computer Science and Engineering, Korea University (2016.03-2021.02)
- B.S. in Computer Science and Engineering, Kyunghee University (2009.03-2016.02)
- B.S. in Industrial & Management Systems Engineering, Kyunghee University (2013.03-2016.02)

Professional Career

- Assistant Professor (tenure-track, 2021.08-present)
 - ✓ Department of Data Science, The Catholic University of Korea
 - ✓ Department of Artificial Intelligence, The Catholic University of Korea
- Post-doctoral Researcher (2021.03-2021.08)
 - ✓ AI Research Center, Korea University

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.

2. 연구개발 필요성 및 기법

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.



연구개발 필요성 및 기법

- 국가건설기준 (이하 건설기준)간 중복 및 상충되는 내용에 대한 **지속적인 민원 발생**
- **건설기준의 질적 향상** 및 **건설기준 사용자의 편의성 증진**을 위해 현행 건설기준의 중복 및 상충부 해결이 필요

[illegible]

작성자: ejp*****



국가건설기준센터
KOREA CONSTRUCTION STANDARDS CENTER

안녕하세요 업무에 노고가 많으십니다.

기존 해석의 의견차를 최소화 하기 위해 질문 드립니다

거꾸집 및 동바리 일반사항
Q1)

KCS 21 50 05 : 2018 표 3.9-2의 소요양생일과,
KCS 14 20 12 : 2022 표 3.3-2의 양생일이 상이합니
다. 어떤 기준을 따라야 할까요 ?

건설기준간 중복 및 상충되는
내용에 대한 지속적인 민원

국가건설기준센터 Q&A 게시판
실제 민원 발췌본

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.

- 20개 분야 1,140여개 건설기준 내용의 전수조사를 통한 **인력 기반 방법론**은 **지속성과 정확성 측면에서 한계가 존재**
- 지속적인 제·개정** 과정으로 인한 정기적 중복 및 상충부 조사 필요

설계기준 (519/18건)		표준시방서 (884/71건)	
대분류	중분류	코드번호	코드명
공동 설계기준	공동설계기준	KDS 10 00 00	공동설계기준
공동 설계기준	설계기준 총칙	KDS 10 10 00	설계기준 총칙
지반 설계기준	지반설계기준	KDS 11 00 00	지반설계기준
지반 설계기준	지반설계 일반	KDS 11 10 05	지반 설계 일반
⋮			
농업생산기반시설 설계기준	농업수질 및 환경	KDS 67 80 60	농업 수질 및 환경 양배수장 설계
농업생산기반시설 설계기준	농업수질 및 환경	KDS 67 80 90	농업 수질 및 환경 유지관리

국가건설기준센터 내 탑재된
1,140여개 건설기준 파일

번호	작성일
1	건축구조기준 전부 개정 고시('22.10.11)
2	건축공사 표준시방서 일부 개정 고시('22.10.11)
3	콘크리트 표준시방서 부분 개정 고시('22.9.1)
4	댐 설계기준(KDS 54 00 00) 부분개정 고시
5	교량내진설계기준(한계상태설계법, KDS 24 17 11), 교량내진
6	농업생산기반시설 설계기준(KDS 67 00 00) 개정 고시
7	구조 건설기준(KDS/KCS 14 20 00) 개정 고시('22.01.11)

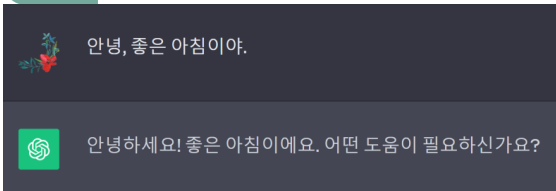
2022년 기준 7회, 26개 이상
건설기준의 제·개정 발생

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.

- 인간의 언어능력을 모사하는 인공지능 중 매우 큰 규모의 크기를 가지는 초거대 언어모델은 기존 언어모델보다 **대폭 향상된 언어 구사 능력**을 갖추
- 지속적인 제·개정**이 이루어지는 건설기준 특성상 지속적이고 자동화된 중복 및 상충 여부 판단 시스템이 필요

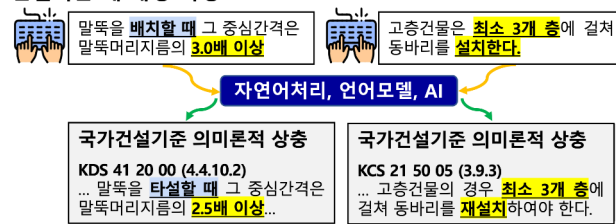


ChatGPT



초거대 언어모델을 활용한
대표적인 서비스, ChatGPT

건설기준 제·개정 과정



건설기준 중복 및 상충부 실시간
파악을 통한 근본적 예방 필요

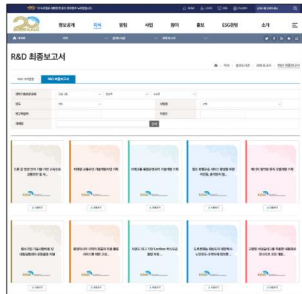
- 연구수행을 위한 특별한 기법



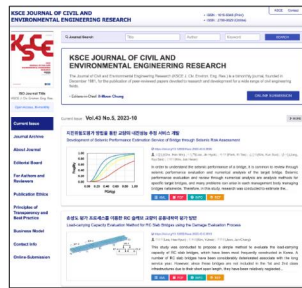
3. 연구개발 결과

건설 도메인 특화 언어모델 개발

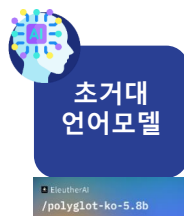
- 초거대 언어모델의 효과적인 건설 도메인 적응을 위해 **현행 건설기준 전문과 다양한 건설, 토목, 교통 분야의 문서 학습**
- 한국어 코퍼스로 사전 학습된 초거대 언어모델인 **Polyglot-Ko-5.8B** 모델 사용
- 건설 도메인 코퍼스를 Polyglot-Ko-5.8B 모델에 학습시켜 **건설 도메인 지식과 전문 용어를 이해하도록 개발**



국토교통과학기술진흥원 성과도서관



대한토목학회 국문논문 열람 홈페이지



원본 문장: (1) 용수로는 주로 농업용수를 송수하기 위한 농업용수 전용수로와, 상수도용수, 공업용수, 발전용수 등을 겸하여 송수하는 다목적 수로가 있다.

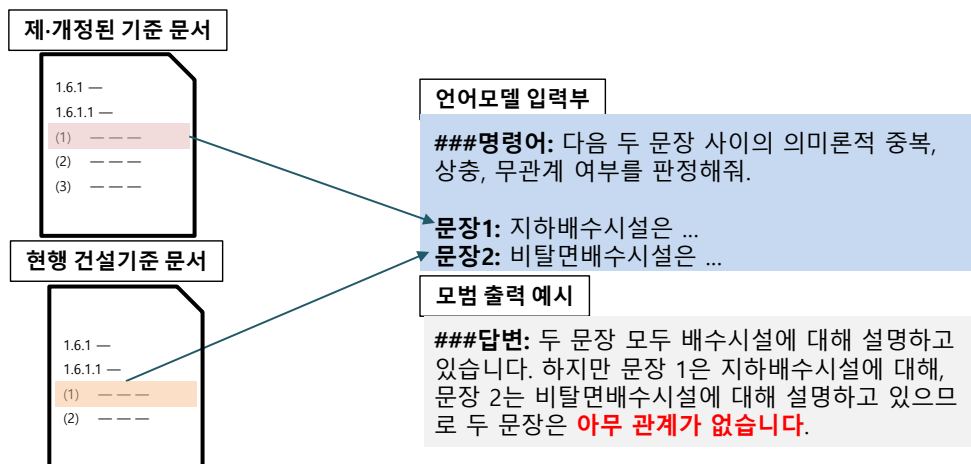
입력: (1) 용수로는 주로 농업용수를 송수하기 위한

예측: 농업용수 전용수로와, 상수도용수, 공업용수, 발전용수 등을 겸하여 송수하는 다목적 수로가 있다.

초거대 언어모델의 건설 분야 코퍼스 학습 예시

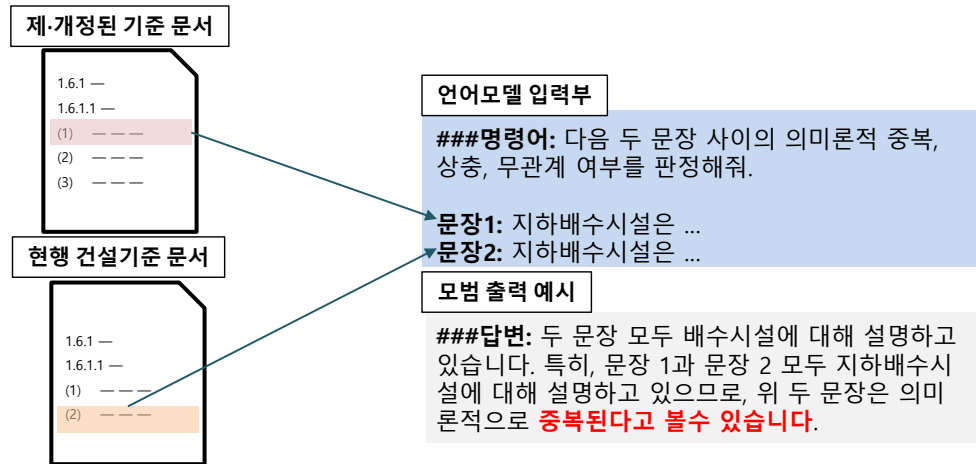
중복 및 상충부 학습 데이터 생성

- 실제 중복, 상충부 발생 사례 및 관계 없는 문장쌍을 활용하여 논리적 추론 과정을 포함한 중복, 상충부, 무관계 학습 데이터 생성
- 효과적인 데이터셋 구축을 위해 **GPT-4를 활용한 데이터 증강 진행**



중복 및 상충부 학습 데이터 생성

- 실제 중복, 상충부 발생 사례 및 관계 없는 문장쌍을 활용하여 논리적 추론 과정을 포함한 중복, 상충부, 무관계 학습 데이터 생성
- 효과적인 데이터셋 구축을 위해 **GPT-4를 활용한 데이터 증강** 진행

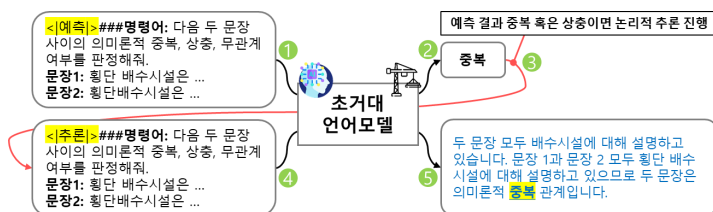


학습 데이터 구성

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.

국가건설기준 코드 중복 및 상충부 도출을 위한 언어모델 구축

- 건설 도메인 특화 한국어 초거대 언어모델을 중복, 상충, 무관계 학습 데이터로 미세조정하여 **의미론적 관계를 예측**
- 언어모델의 예측결과에 따른 추론 과정 차별화를 통한 연산 효율 확보



초거대 언어모델
추론과정

- 정량적 성능평가 결과
 - 정확도 (Accuracy): 97.47%
 - Macro F1-Score: 0.89

	Precision	Recall	F1-Score
중복	0.88	0.88	0.88
상충	0.80	0.80	0.80
무관계	1.00	1.00	1.00

성능평가 결과
(중복, 상충, 무관계 데이터 88개 활용)

정성적 성능평가

입력 문장

- 문장1: 23.1.4 시멘트 콘크리트 타설 (4) 경사가 급한 곳에는 활동막이를 설치하여야 하며, 활동막이의 효과를 나타낼 수 있도록 시멘트 콘크리트를 타설하여야 한다.
- 문장2: (4) 콘크리트 타설 ④ 경사가 급한 곳에는 활동막이를 설치하여야 하며, 활동막이의 효과를 나타낼 수 있도록 콘크리트를 타설하여야 한다.

언어모델 출력

<중복>

문장 1번과 문장 2번 둘 다 콘크리트 타설에 대한 내용을 담고 있습니다. 문장 1과 문장 2는 경사가 급한 곳에는 활동막이를 설치하여야 하며, 활동막이의 효과를 나타낼 수 있도록 시멘트 콘크리트를 타설하여야 한다는 동일한 내용이 담겨있으므로, 두 문장은 중복 관계라고 볼 수 있습니다.

실제 정답

<중복>

문장 1번과 문장 2번 둘 다 콘크리트 타설에 대한 내용을 담고 있습니다. 문장 1과 문장 2는 경사가 급한 곳에는 활동막이를 설치하여야 하며, 활동막이의 효과를 나타낼 수 있도록 콘크리트를 타설하여야 한다는 내용이 반복적으로 담겨있으므로, 두 문장은 중복 관계라고 볼 수 있습니다.

정성적 성능평가

입력 문장

- 문장1: ② 1차조임 후에 너트회전량이 $120^{\circ}\pm30^{\circ}$ 의 범위에 있는 것을 합격으로 한다.
- 문장2: 나. 본조임 후에 너트회전량이 $120^{\circ}\pm30^{\circ}$ 의 범위를 합격으로 한다.

언어모델 출력

<상충>

문장 1번과 문장 2번 모두 너트회전량에 대한 내용을 설명하고 있습니다. 문장 1번에서 1차조임 후에 너트회전량이 $120^{\circ}\pm30^{\circ}$ 의 범위에 있는 것을 합격으로 한다고 명시하고 있습니다. 문장 2번에서는 본조임 후에 너트회전량이 $120^{\circ}\pm30^{\circ}$ 의 범위를 합격으로 한다고 명시하고 있습니다. 두 문장 모두 핵심 내용에서 의미론적 중복을 확인할 수 있으므로, 위 두 문장은 의미론적으로 중복된다고 볼 수 있습니다.

실제 정답

<상충>

문장 1번과 문장 2번 모두 너트회전법에 관련된 내용을 설명하고 있습니다. 문장 1번에서 1차조임 후에 너트회전량이 $120^{\circ}\pm30^{\circ}$ 의 범위에 있는 것을 합격으로 한다고 명시되어 있습니다. 반면에 문장 2번에서 본조임 후에 너트회전량이 $120^{\circ}\pm30^{\circ}$ 의 범위를 합격으로 한다고 명시되어 있습니다. 너트회전량의 범위를 검사할 때 문장 1은 1차조임 이후, 문장 2는 본조임 이후이므로 같은 항목에 대하여 서로 다른 기준을 명시하고 있습니다. 두 문장 모두 핵심 내용에서 의미론적 상충을 확인할 수 있으므로, 위 두 문장은 의미론적으로 상충된다고 볼 수 있습니다.

실제 모델 예측 확률 확인

입력 문장

- 문장1: 동바리를 떼어낸 후에도 하중이 재하 될 경우 적절한 동바리를 재설치하여야 하며, 고층건물의 경우 최소 3개층에 걸쳐 동바리를 재설치하여야 한다.
- 문장2: 동바리를 해체한 후에도 유해한 하중이 재하 될 경우에는 동바리를 적절하게 재 설치하여야 한다. 또한 시공 중의 고층건물의 경우 최소 3개 층에 걸쳐 동바리를 설치한다.

언어모델 출력

<|contradict|> <|endoftext|>

실제 정답

<|overlap|> <|endoftext|>

예측 확률

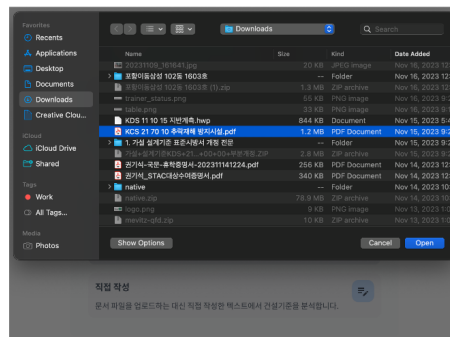
| 30004 | <|contradict|> | -0.582 | 55.87% (상충)
 | 30003 | <|overlap|> | -0.891 | 41.03% (중복)
 | 30005 | <|none|> | -3.969 | 1.89% (무관계)

국가건설기준 코드 제·개정 지원 시스템 개발

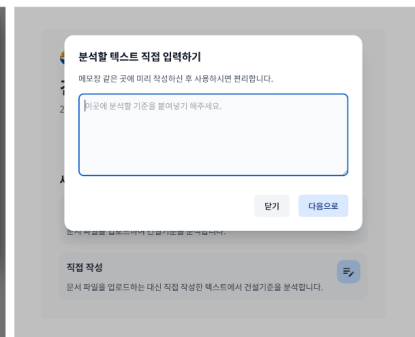
시스템 시작 페이지



한글/PDF 파일 업로드를 통한 시작



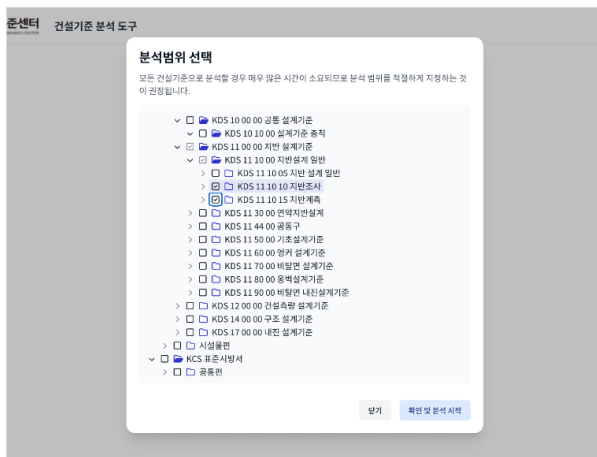
텍스트 입력을 통한 시작



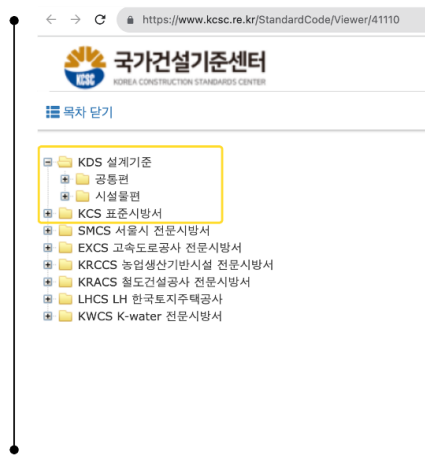
PDF/한글 파일 업로드와 텍스트 입력 두가지 방식을 통한 사용 지원

국가건설기준 코드 제·개정 지원 시스템 개발

시스템 내 분석범위 선택 트리 구조



실제 건설기준 트리 구조



건설기준 개정본 파일 혹은 텍스트를 입력한 후 **현행 건설기준에서 분석범위 선택** (분석 범위의 설정을 통해 불필요한 분석을 줄이고 효율적인 시스템의 활용 가능)

4. 시스템 유지보수

- 기존 초거대 언어모델 보다 모델 크기가 크고 최신에 공개된 모델로 교체
- 도메인 적응 데이터양 증가 및 중복/상충 분류 학습 방법 개선

근간 LLM

도메인 적응

중복/상충 분류 학습

차세대 LLM



Qwen2 7B

2024년 6월 공개



현행 건설기준 전문
대한토목학회 논문 1,235편
토목신문/한국건설신문 기사/아티클 1,454편

1. 역할 부여
2. 중복/상충 분류 태스크 설명
3. 주의점 안내
4. **중복/상충/무관계 예시 제공**

최적의 프롬프트와 예시를 활용한 지시 학습

- 정량적 성능평가 결과
 - 정확도 (Accuracy): 97.47%
 - Macro F1-Score: 0.89

	Precision	Recall	F1-Score
중복	0.88	0.88	0.88
상충	0.80	0.80	0.80
무관계	1.00	1.00	1.00



- 정량적 성능평가 결과
 - 정확도 (Accuracy): **97.61%**
 - Macro F1-Score: **0.93**

	Precision	Recall	F1-Score
중복	0.88	0.88	0.88
상충	0.93	0.93	0.93
무관계	0.98	0.98	0.98

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.

건설기준 분석 도구 유지보수 사항

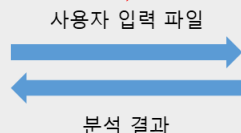
- 건설기준 분석 도구 서버 오류 지점 분석

1. 사용자 파일 업로드
2. 비교대상 건설기준 선택
3. 민감도 설정
4. **문장 쌍 생성 -> 100초 이상 소요 시 오류**
5. 추론 진행중 화면으로 이동
6. 결과 화면으로 이동

가톨릭대학교 내부망 (외부 접속 불가)



프론트엔드 서버



백엔드 서버

1. 사용자 입력 파일 문장
 2. LLM 입력 프롬프트
- 망 우회
1. 추론 필요 문장 인덱스
 2. LLM 추론 결과



추론 서버

- 웹 페이지 구현
- 사용자 입력 파일 처리
- 결과 출력

- 사용자 입력 파일 문장 추출
- 추론시간 단축모듈 사용
- LLM 추론 필요 문장 쌍 구축
- 결과 후처리

- 추론시간 단축모듈 구동
- LLM 구동

Copyright ©2024. Prof. Kang-Min Kim, The Catholic University of Korea. All rights reserved.

Q&A

발제5(건축)

Speech to BIM 적용사례

이 강

연세대학교 건축공학과 교수



건축·도시·건설 분야 혁신을 위한 AI 활용

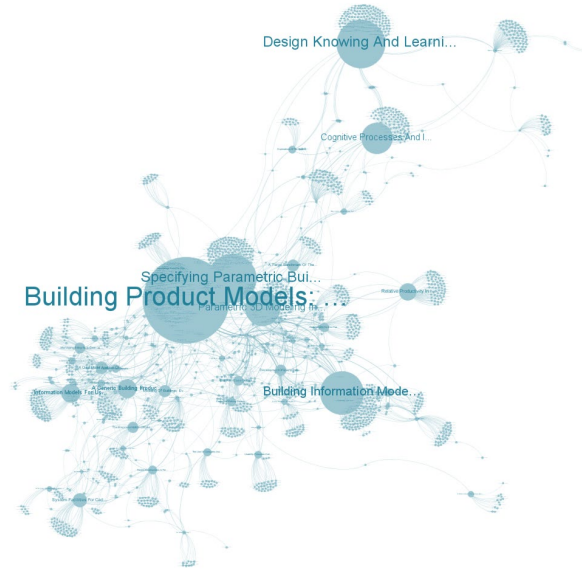
LLM 증강 BIM: Speech to BIM 적용사례

LLM Augmented BIM

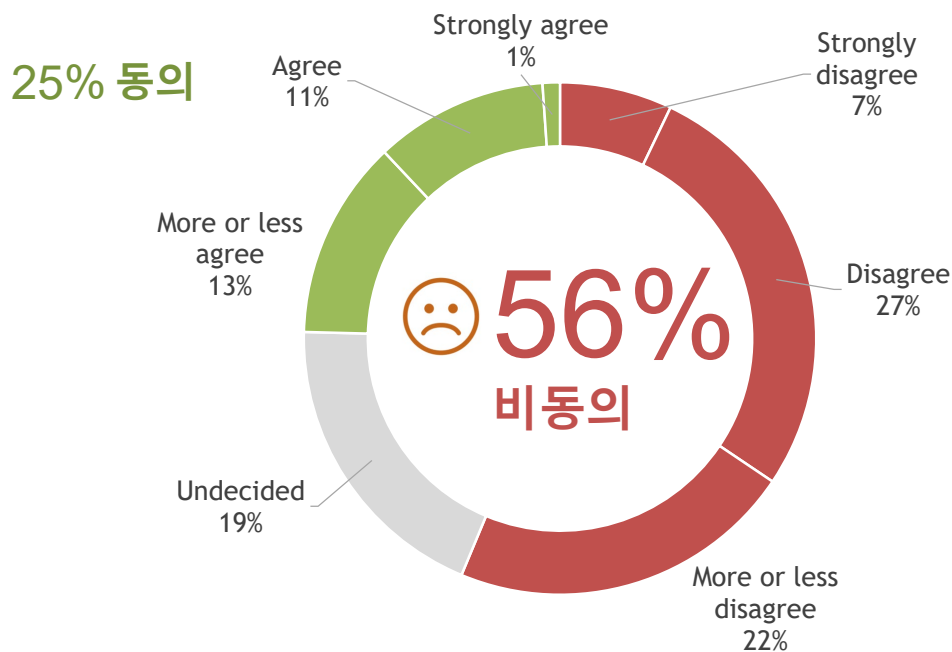
2024. 12. 02.

이 강

연세대학교 건축공학과 교수
원헌공대 고등연구소 한스 피셔 시니어 펠로우
glee@yonsei.ac.kr



BIM은 배우기 쉽다.



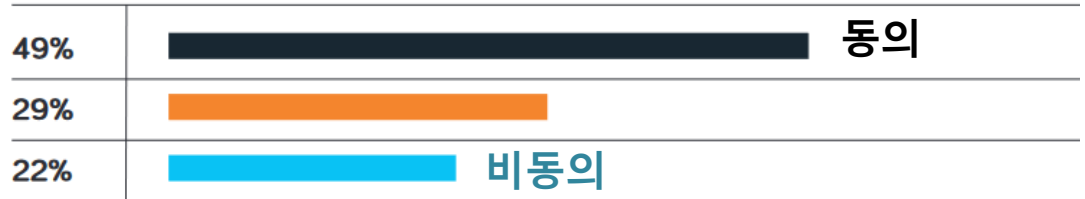
응답자수: 274

영국건축가협회 2024년 설문

건축설계는 매우 복잡해서 AI같은 더 나은 디지털 도구가 필요하다.



Building design is so complex now, we need more and better digital tools, like AI



■ Agree

■ Neither Agree nor Disagree

■ Disagree

RIBA. (2024) "RIBA AI Report 2024." London, UK: RIBA.

왜 BIM 소프트웨어는 배우고 활용하기 어려운가?

Lee, Ghang, Charles M. Eastman, Tarang Taunk, and Chun-Heng Ho. "Usability Principles and Best Practices for the User Interface Design of Complex 3D Architectural Design and Engineering Tools." *International Journal of Human-Computer Studies* 68, no. 1-2 (January 2010): 90-104. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2009.10.001>.

Major Large Language Models (LLMs)

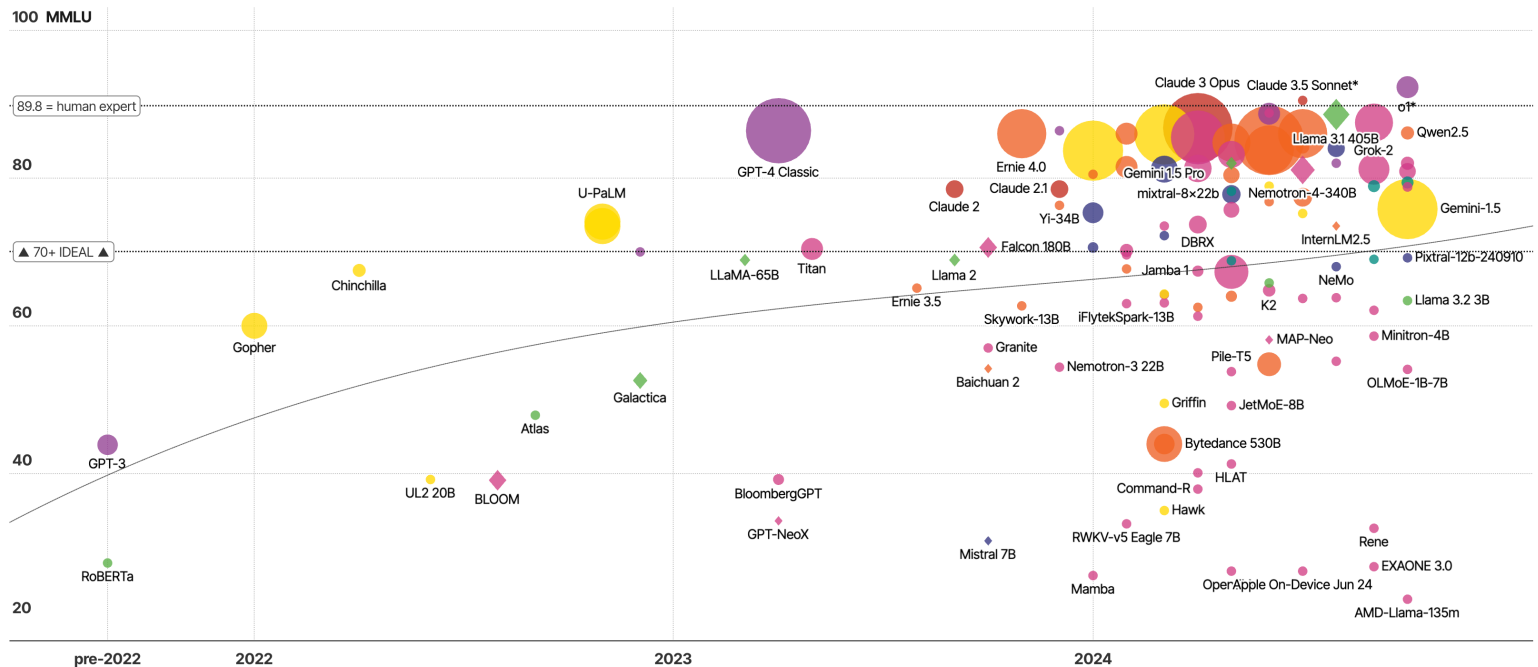
ranked by capabilities, sized by billion parameters used for training

CLICK LEGEND ITEMS TO FILTER

anthropic chinese google meta microsoft mistral openAI other

Parameters (Bn) open access

show only: all



David McCandless, Tom Evans, Paul Barton
Informationisbeautiful // Nov 2024

MADE WITH VIZSWEET

MMLU = benchmark for measuring LLM capabilities
* = parameters undisclosed // source: [LifeArchitect](#) // [data](#)

“Speech to BIM”

(Text to BIM)

LLM 증강 BIM (LLM Augmented BIM)

LLM 증강 BIM (LLM Augmented BIM)

BIM Tasks	Application Examples
<i>Information query</i>	BIMS-GPT (Zheng and Fischer 2023); Text to BIMQL (Yin et al, 2023)
<i>View and drawing automation</i>	BIMIL AI Helper (BIMPeers 2024), BIMlogiq Copilot (Corke 2023)
<i>Construction documentation</i>	Glyph Copilot (EvovleLab, 2024)
<i>Construction management</i>	Procore Copilot (Procore, 2024)
<i>Designing and detailing</i>	Hypar (Day, 2023), BIM Copilot (Du et al. 2024), NADIA (Jang et al. 2023)
<i>Design compliance checking and legal interpretation</i>	AI ChatBot of KBIM Assess Lite (Cospec Innolab, 2023), (Fuchs et al. 2024), ABCI (Lee and Lee, 2024)
<i>Cost and schedule estimation, design optimization...</i>	(Gatto et al., 2024)...

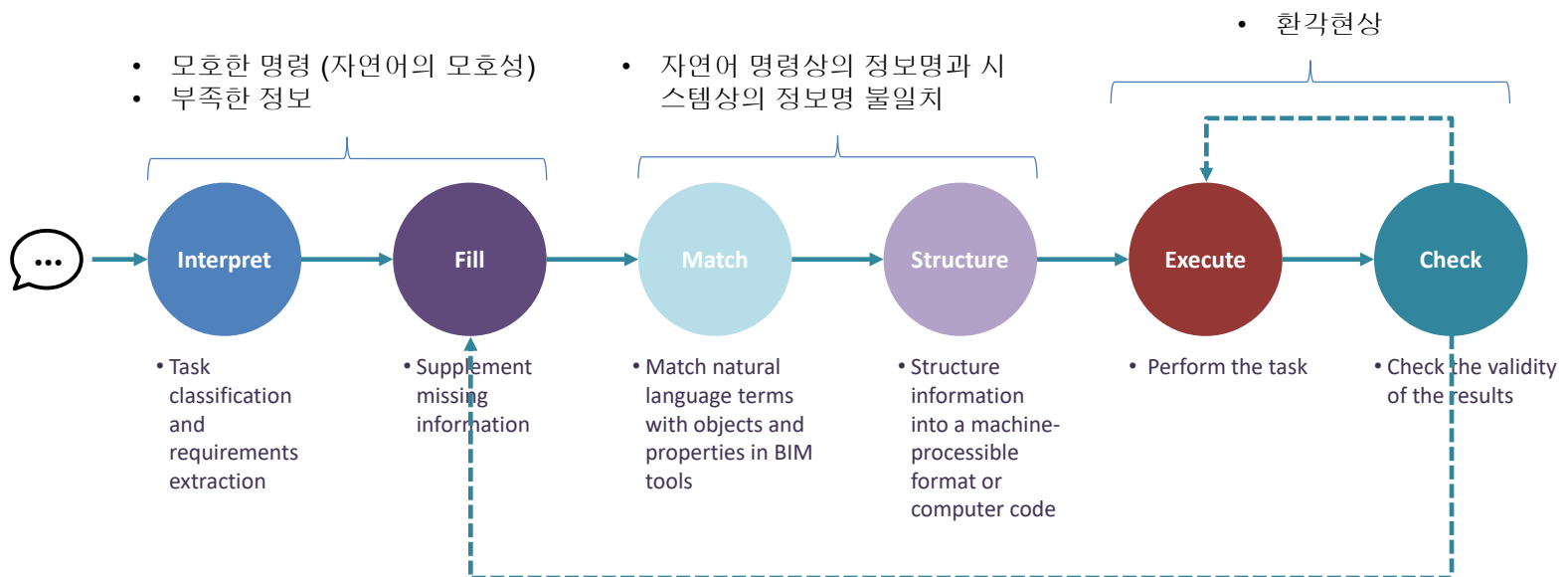
LLM 증강 BIM의 도전과제

- 모호한 명령 (자연어의 모호성)
- 부족한 정보
- 자연어 명령상의 정보명과 시스템상의 정보명 불일치
 - 예) 객체명, 속성명, 함수명....
- 환각현상(hallucination)

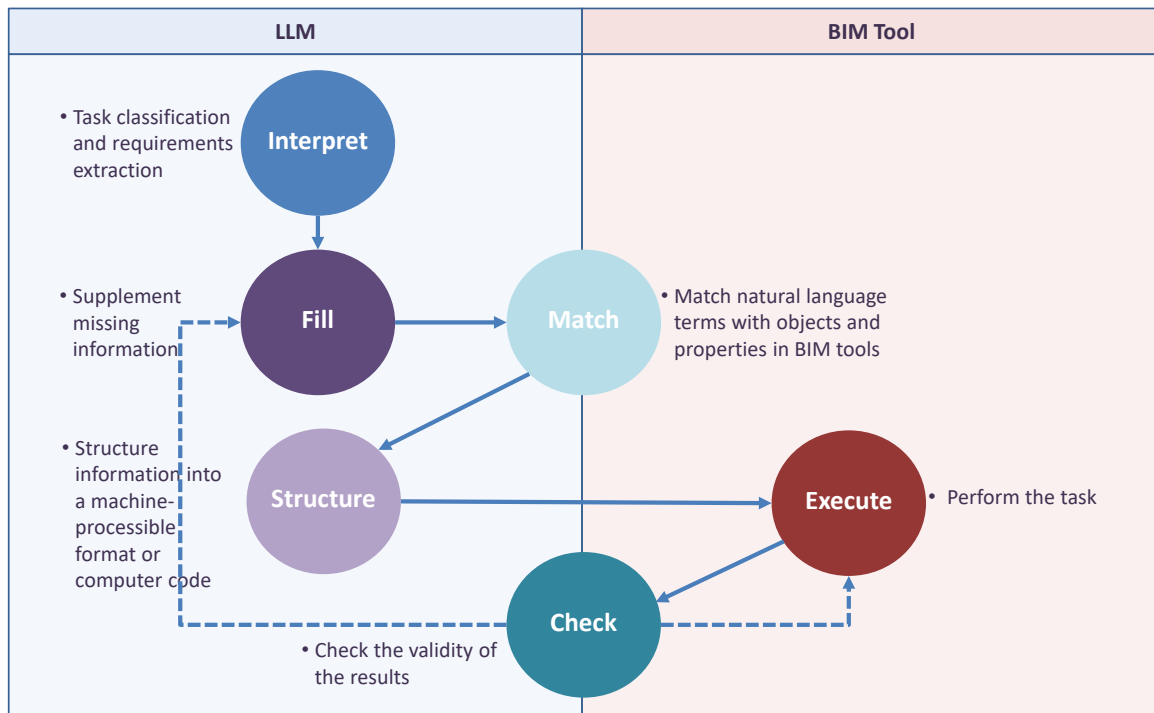
LLM 증강 BIM 원칙 (Principles)

“Divide and Narrow”

LLM 증강 BIM 프레임워크



LLM 증강 BIM 프레임워크



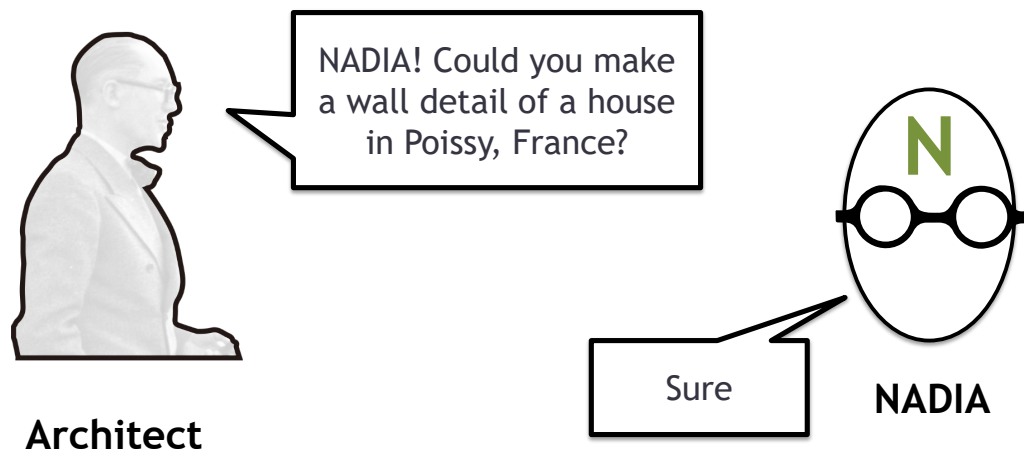
Lee, Ghang, Suhyung Jang, and Seokho Hyun. "A Generalized LLM-Augmented BIM Framework: Application to a Speech-to-BIM System." Marrakesh, Morocco, 2024.

LLM 증강 BIM (LLM Augmented BIM)

BIM Tasks	Application Examples
Information query	BIMS-GPT (Zheng and Fischer 2023); Text to BIMQL (Yin et al, 2023)
View and drawing automation	BIMIL AI Helper (BIMPeers 2024), BIMlogiq Copilot (Corke 2023)
Construction documentation	Glyph Copilot (EvovleLab, 2024)
Construction management	Procore Copilot (Procore, 2024)
Designing and detailing	Hypar (Dav. 2023), BIM Copilot (Du et al. 2024), NADIA (Jang et al. 2023)
Design compliance checking and legal interpretation	AI ChatBot of KBIM Assess Lite (Cospec Innolab, 2023), (Fuchs et al. 2024), ABCI (Lee and Lee, 2024)
Cost and schedule estimation, design optimization...	(Gatto et al., 2024)...

NADIA (Jang et al. 2023)

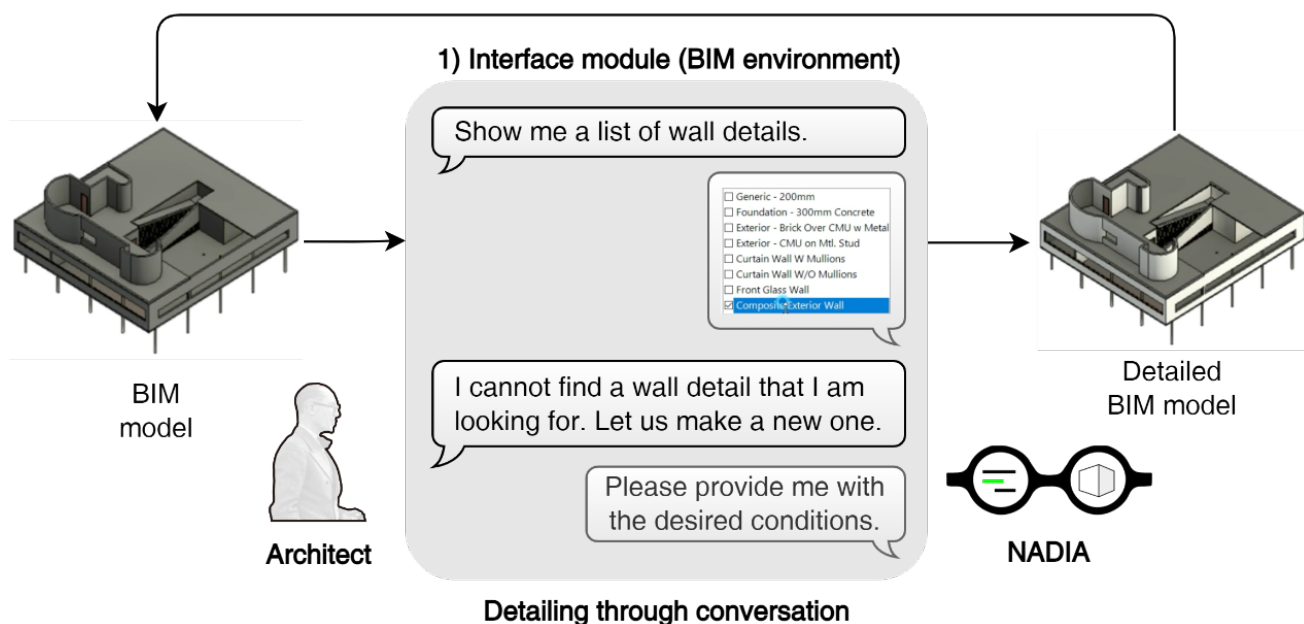
Natural language-based Architectural Detailing through Interaction with AI



Jang, S, Lee, G., Oh, J., Lee, J, and Koo, B. (2024) "Automated Detailing of Exterior Walls Using NADIA: Natural-Language-Based Architectural Detailing through Interaction with AI." *Advanced Engineering Informatics* 61: 102532. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2024.102532>.



NADIA Framework



Jang, S, Lee, G., Oh, J., Lee, J, and Koo, B. (2024) "Automated Detailing of Exterior Walls Using NADIA: Natural-Language-Based Architectural Detailing through Interaction with AI." *Advanced Engineering Informatics* 61: 102532. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2024.102532>.



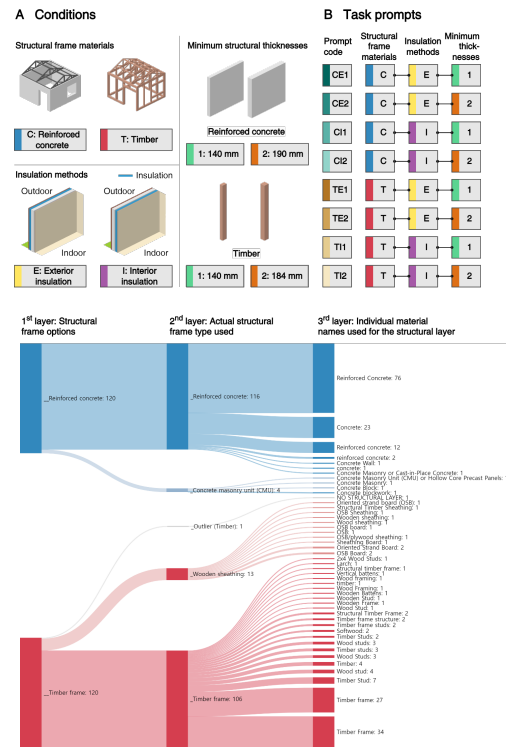
Validation

1) How well does NADIA, as a design assistant, generate exterior wall details that adhere to the conditions required by an architect?

Propose a wall detail using a *reinforced concrete* structure and *exterior insulation* method, ensuring that the *reinforced concrete* has a minimum thickness of *140 mm*?

...

Validation with automatically generated 240 wall details



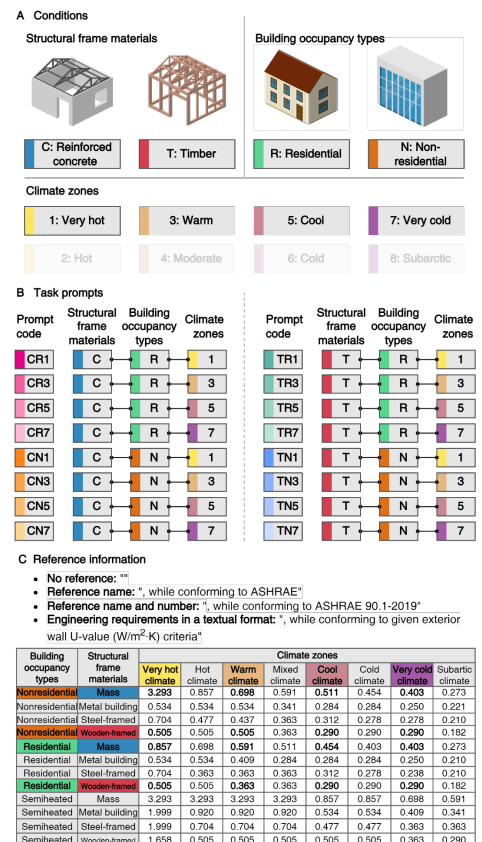
Validation

2) How well does NADIA, as a design consultant, generate exterior wall details that comply with thermal engineering requirements with or without explicit references?

Propose a wall detail using a *reinforced concrete* structure for a *residential* project located in a very hot climate.

...

Validation with automatically generated 1,920 wall details



Jang, S, Lee, G., Oh, J., Lee, J., and Koo, B. (2024) "Automated Detailing of Exterior Walls Using NADIA: Natural-Language-Based Architectural Detailing through Interaction with AI." *Advanced Engineering Informatics* 61: 102532. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2024.102532>.

Performance

NADIA as a Design Assistant: an average accuracy of 83.33%

NADIA as a Design Consultant: a mean accuracy of 98.54%, even without any reference information

Jang, S, Lee, G., Oh, J., Lee, J, and Koo, B. (2024) "Automated Detailing of Exterior Walls Using NADIA: Natural-Language-Based Architectural Detailing through Interaction with AI." *Advanced Engineering Informatics* 61: 102532. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2024.102532>.



향후 계획

- 단기: 모듈러 건축 자동상세 지원
- 장기: 상세를 넘어 전체 건설 프로세스 지원

기타 연구실내 LLM 활용 연구

- Long Context Window 기반 법규해석(legal interpretation)
- AcciVid: LLM 활용 건설안전사고 동영상 자동 분석
- GraphRAG기반 건설하자 원인 추론
- ...

감사합니다.

발제6(건축)

인공지능 건축법령 해석지원 서비스(Archilaw) 연구 성과

조 상 규

건축공간연구원 건축정책본부 선임연구위원





대규모 언어모델 기반

건축법령 해석 지원 시스템 (Archilaw)

개선 방안 연구

2024.12.02.

건축공간연구원 조상규

연구 배경

건축법령의 복잡성

건축법령은 안전, 환경 보호 등 사회적 요구를 반영하며 복잡성이 증가하고 있습니다. 이로 인해 법령 해석과 적용에 어려움이 발생하고 있습니다.

효율성 향상 필요성

건축 관련 인허가와 민원 업무의 핵심은 관련 법령을 정확히 찾아 기준에 부합하는지 판단하는 것입니다. 이 과정의 효율화가 필요한 상황입니다.



건축법령 해석 및 적용 업무 현황

40

월평균 검색 건수

건축 관련 법령 및 적용 사례 검색 횟수

1.4

건당 평균 소요 시간(시간)

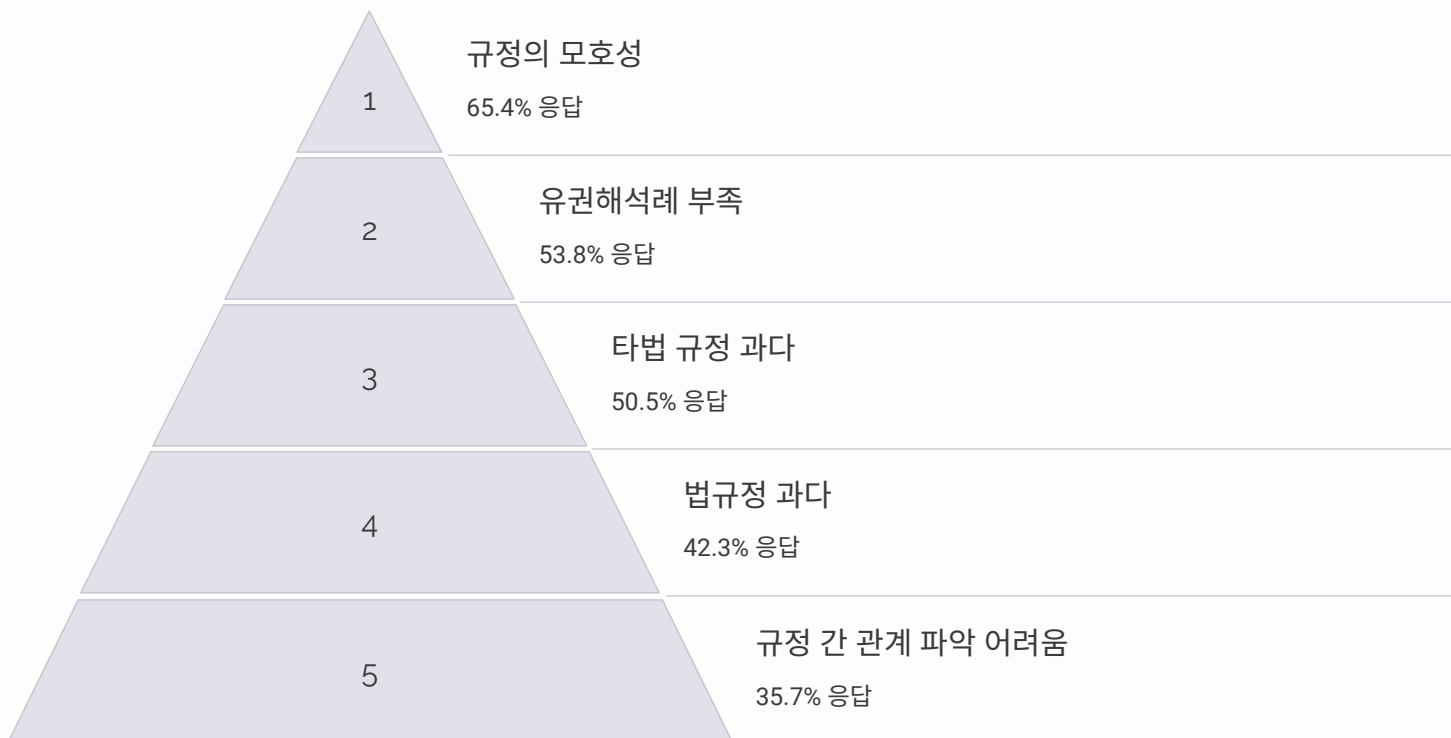
법령 및 적용 사례 검색에 소요되는 평균 시간

64.8%

높은 비용 인식

건축법령 및 규정 검토에 소요되는 사회적·행정적 비용이 크다고 응답한 비율

건축법령 해석 시 어려움





선행 연구: Archilaw V1

1 개발 목적

대규모 언어모델+법령정보
Vector DB만으로 질의응답 수행
가능성 검증

2 주요 결과

- 60% 수준의 정답률 달성
- 실제 활용 가능성 확인

3 한계점

- 참조 법령 추출의 정확성, 연혁 법령 해석 등에서 개선 필요
- 실용화를 위해서는 정답률 개선이 중요



Archilaw V2 개발 목표

1

참조 법령 추출 정확성 향상
더 정밀한 법령 검색 알고리즘 적용

2

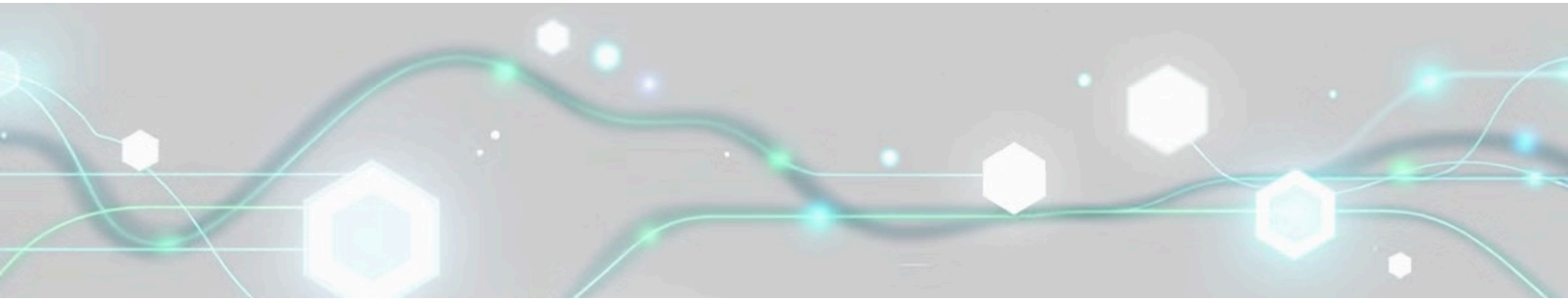
연혁 법령 해석 기능 추가
법령 변경 사항 추적 및 반영

3


검색 증강 생성 개선
데이터 구조 개선 및 강화된 검색 방법 도입

4


대응 분야 확장
건축안전, 공공건축 사업계획 등으로 확대




Archilaw V2 주요 개선 사항

- 

언어모델 및 임베딩 모델 업데이트

GPT-4o-2024-08-06 모델 도입으로 추론 능력 향상
- 

벡터 저장소 구조 개편

MongoDB Atlas 8.0 도입으로 검색 속도와 정확도 향상
- 

검색 및 답변 생성 프로세스 개선

기존 사례 데이터 활용한 답변 생성 강화

법령 변동 추적 기능 추가

- 1

실시간 법령 업데이트

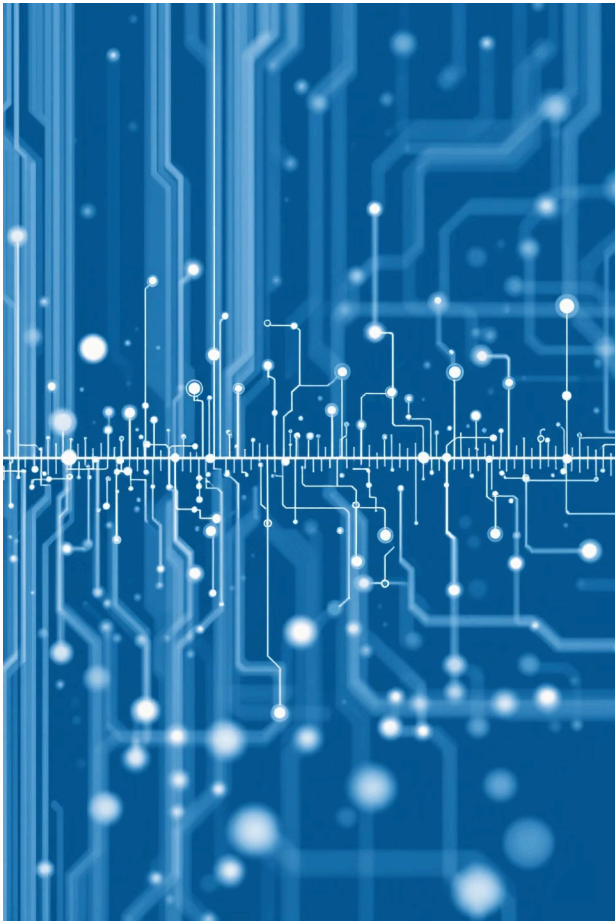
최신 법령 개정사항을 실시간으로 반영하여 답변의 신뢰성 향상
- 2

연혁 법령 추적

과거 질의응답 사례와 현행 법령 비교를 통한 정확한 해석 제공
- 3

법령 간 관계 분석

지식 그래프 등을 활용한 법령 간 복잡한 관계 파악 및 연결



Meet the Archilaw



<https://archilaw.streamlit.app>

시스템 성능 평가 방법

평가용 데이터셋

국토부 질의응답 사례 데이터 중 5% 무작위 추출 (503건)

정답 여부 판정

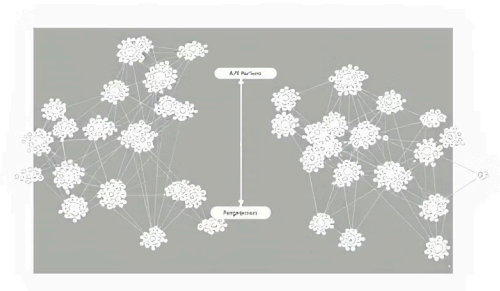
GPT-4o 모델 활용, 시스템 답변과 공무원 답변의 결론 비교

추가 변수 구축

참조 법령 검색 성공 여부, 참조 사례 인용 여부, 법령 변동 여부 등 고려



+



Archilaw V2 성능 평가 결과

67%

전체 정답률

기존 시스템 대비 10%p 이상 향상

78%

명확한 답변 경우 정답률

공무원이 명확한 답변 제공한 경우의 시스템
답변 일치도

80%

최적 조건 정답률

검색 증강 생성 성공 및 법령 변동 없는 경우

사용자 인식 조사 개요

조사 목적

Archilaw V2 서비스 품질 개선 및 향후 시스템 고도화 방향 설정

조사 대상

건축법령 관련 업무 담당자 525명 중 182명
응답 (응답률 34.7%)

조사 방법

온라인 조사 (사전 전화 컨택 후 온라인 조사
진행)

Archilaw V2 사용자 만족도

60.4%

전체 만족도

Archilaw V2 답변에 대해 만족한다고 응답한 비율

3.60

평균 만족도 점수

5점 만점 기준

84.6%

도입 필요성 공감

Archilaw V2 시스템 도입이 필요하다고 응답한 비율



Archilaw V2 도입 기대 효과



시간 단축

법령 검색 및 해석 시간 단축 (67.6% 응답)



정확성 향상

법령 적용의 정확성 향상 (19.2% 응답)



효율성 증대

민원 처리의 효율성 향상 (11.0% 응답)



Archilaw V2 보완 필요 사항

질의 의도 이해 개선

사용자의 질의 의도를 더 정확히 파악하고 이해하는 능력 향상 필요 (66.5% 응답)

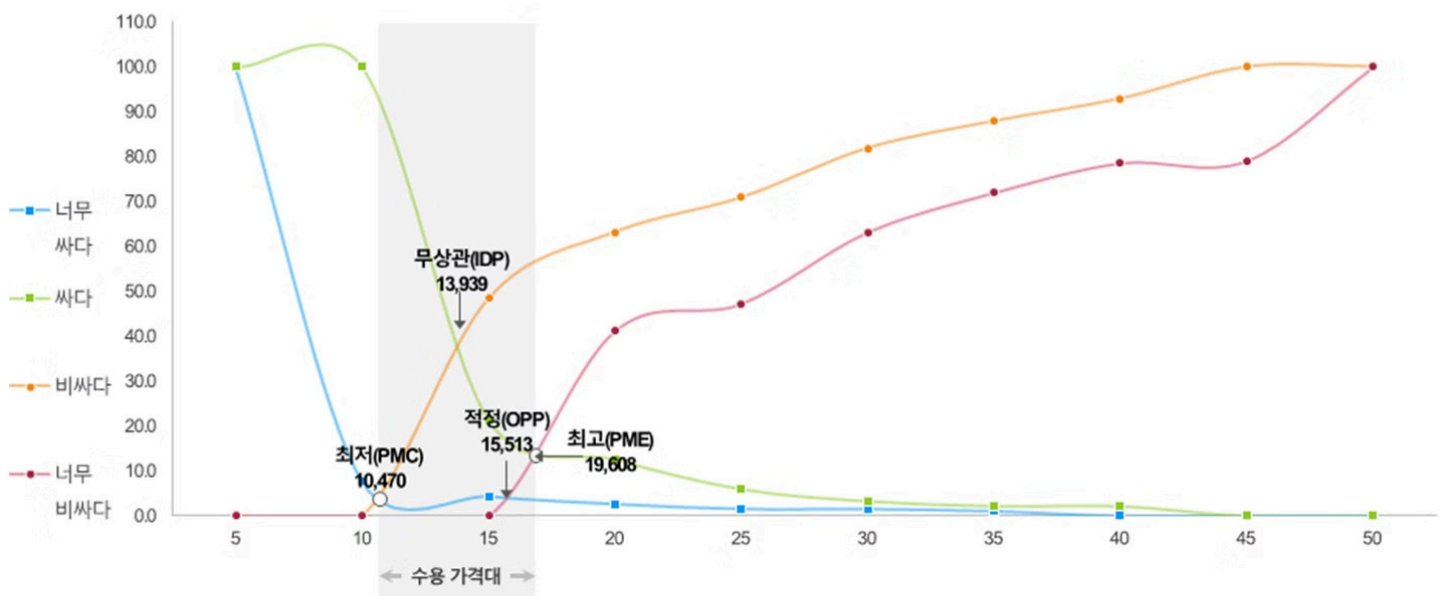
최신 법령 정보 반영

최신 법령 개정 사항을 신속하고 정확하게 반영하는 기능 강화 (53.3% 응답)

사용자 인터페이스 개선

더 직관적이고 사용하기 쉬운 인터페이스 구현 (21.4% 응답)

Archilaw 서비스의 가격민감도(PSM) 분석



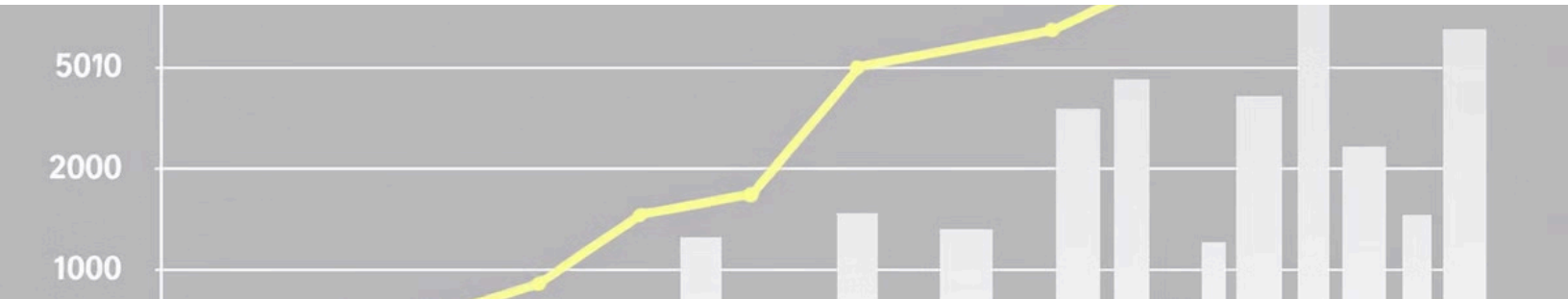
[그림 4-11] 아키로(Archilaw) 서비스 가격민감도 분석 결과
천원]

[BASE : 전체(n=182) / 단위 : %, 천원]

Archilaw V2 서비스 가치 평가

1	최적 가격 월 15,513원
2	수용 가격 범위 월 10,470원 ~ 19,608원
3	최고 가격 인식 건설사: 35,000원, 공무원: 18,750원

가격민감도 분석 결과, Archilaw V2 서비스에 대한 사용자들의 지불 의사가 확인되었습니다. 이는 시스템의 실용성과 가치를 인정받았음을 시사합니다.



연구의 주요 성과

1	시스템 성능 향상 기존 시스템 대비 정답률 20%p 이상 향상	2	사용자 만족도 증가 60.4%의 응답자가 시스템에 만족
3	실용성 검증 84.6%의 응답자가 시스템 도입 필요성에 공감	4	지속적 사용 확인 시스템 출시 후 꾸준한 이용자 유입 관찰

결론

Archilaw V2는 건축법령 해석의 정확성과 효율성을 크게 향상시킬 수 있음을 확인하였습니다. 이는 공공 행정의 투명성과 신뢰성 제고에 기여할 것으로 기대됩니다. 향후 지속적인 개선과 확장을 통해 더욱 다양한 법령 해석 분야에서 활용될 수 있을 것입니다.

정확성 향상

건축법령 해석의 정확도 개선

효율성 증대

법령 검색 및 해석 시간 단축

행정 신뢰성 제고

일관된 법령 해석으로 신뢰도 향상



감사합니다

blaster@auri.re.kr

