

# 인공지능 및 커뮤니티 인텔리전스를 활용한 건축법령 해석 지원 시스템 개선 방안 연구

Developing the AI-based Law and Regulations Intelligence System for Building Codes:  
Incorporating Community Intelligence with AI

조상규 Cho, Sangkyu

남성우 Nam, Seongwoo

오민정 Oh, Minjung

(aur.)

기본연구보고서 2025-11

**인공지능 및 커뮤니티 인텔리전스를 활용한 건축법령 해석 지원 시스템  
개선 방안 연구**

Developing the AI-based Law and Regulations Intelligence System for Building Codes:  
Incorporating Community Intelligence with AI

지은이      조상규, 남성우, 오민정  
펴낸곳      건축공간연구원  
출판등록      제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.)  
인쇄      2025년 12월 26일, 발행: 2025년 12월 31일  
주소      세종특별자치시 가름로 143, 8층  
전화      044-417-9600  
팩스      044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>  
가격: 25,000원, ISBN: 979-11-5659-527-4

## 연구진

---

연구책임

조상규 선임연구위원

연구진

남성우 부연구위원  
오민정 연구원

연구보조원

백승준 연구보조원  
오시은 연구보조원  
임현구 연구보조원

---

연구심의위원

오성훈 부원장  
조영진 공간 AI·빅데이터본부장  
이여경 건축혁신본부장  
채은선 한국지능정보사회진흥원 수석연구원  
김영현 서울디지털재단 AI전략사업팀장

연구자문위원

김록배 우진국제특허법률사무소 대표변호사

---



## 연구의 배경 및 목적

본 연구는 건축 행정 분야의 고질적인 문제인 법령의 복잡성, 과다한 민원, 그리고 이로 인한 행정 비효율성 문제를 해결하기 위해 수행하였다. 기존에 개발된 인공지능 건축법령 해석 지원 시스템 (Archilaw V2)은 일정 수준의 가능성을 보였으나, 정확성, 최신성, 신뢰도 측면에서 명확한 한계를 드러냈다.

이에 본 연구는 최신 대규모 언어모델(LLM) 적용, 사용자 및 전문가의 집단지성을 활용하는 '커뮤니티 인텔리전스 프레임워크' 도입, 그리고 '하이브리드 인텔리전스' 전략을 접목하여, 기존 시스템을 프로덕션 레벨의 차세대 시스템(ALRIS: AI Legal and Regulatory Intelligence System)으로 고도화하는 방안을 제안하고 그 성능을 실증적으로 검증하는 것을 목적으로 한다.

## 커뮤니티 인텔리전스를 통한 인공지능 법규 검토 시스템 구축 기술 동향

LLM 자체의 성능 향상이 데이터 및 연산 자원의 한계(Scaling Law)에 직면함에 따라, 새로운 기술 트렌드가 나타나고 있다. 첫째, LLM을 두뇌로 사용하여 자율적으로 계획하고 도구를 활용하는 'AI 에이전트(Agentic AI)' 기술이 각광받고 있다. 둘째, AI의 한계를 보완하기 위해 전문가가 개입하는 '하이브리드 인텔리전스(Hybrid Intelligence)' 전략이 강조된다. 셋째, 공동체 구성원의 상호작용을 통해 집단적 지혜를 발현하는 '커뮤니티 인텔리전스(Community Intelligence)' 개념과 AI의 융합 가능성을 확인하였다. 또한, UpCodes, AutoReview, AI, 건축규정 코파일럿 등 국내외 AI 법규 검토 시스템 동향을 분석하고 시사점을 도출하였다.

## 인공지능 건축법령 시스템(ALRIS V1) 구축

ii

기존 Archilaw V2 시스템은 RAG(Retrieval-Augmented Generation) 기반으로 구축되었으나, 대화 맥락 관리 부재, 품질 검증 체계 부족, 정적 지식베이스 등의 한계가 명확하다. 신규 ALRIS 시스템은 이러한 한계를 극복하기 위해 '에이전트 기반 아키텍처'를 도입하였다. 시스템은 가드레일, 플래너, 검색기, 보고서 작성기, 운영지식 관리자 등 독립된 에이전트가 비동기적으로 협업하는 구조로 재설계되었다. 핵심 전략으로, 사용자 상호작용과 전문가 검토(Human-in-the-Loop)를 통해 생성된 암묵지를 '운영 지식(Operational Knowledge)'으로 자동 축적하고, 이를 다시 검색 및 답변 생성에 활용하는 하이브리드 인텔리전스 순환 구조를 구현하였다. 또한 프로덕션 레벨 서비스를 위해 백엔드(FastAPI)와 프론트엔드(React)를 완전히 분리하였다. 대규모 사용자 접속에 대응 가능한 비동기 시스템으로 전환하였으며, JWT 토큰 기반의 사용자 인증 시스템을 신규 구축하였다.

## 신규 시스템 성능 평가

신규 시스템의 성능을 확인하기 위해, 총 1,205개의 Archilaw V2 질의응답 로그 데이터를 벤치마크 데이터셋으로 활용하여 구 시스템(Archilaw V2)과 신 시스템(ALRIS V1)의 성능을 비교 평가하였다. 평가 결과, 전체 데이터셋 기준 '결론 일치율'은 구 시스템이 54.9%였으나, 신 시스템은 63.5%로 8.6%p 향상된 성능을 보였다. 특히 정답 케이스가 명확한 결론을 제시하는 핵심 데이터(n=580)로 한정했을 때, 신 시스템의 결론 일치율은 73.4%로 구 시스템(71.0%) 대비 2.4%p 향상되었다. 주목할 점은, 신 시스템이 법령 검색에 실패하고 법령 변경이 감지된 경우에도 73.5%의 높은 결론 일치율을 유지했다는 것이다. 이는 Planning Agent와 Evaluation Agent를 통한 질의 및 답변 보완 메커니즘이 효과적으로 작동하고 있음을 시사한다. 다만, 양 시스템 모두 법령 검색 성공률은 약 61-63% 수준으로 정체되어, 향후 법령 검색 알고리즘, 임베딩 모델, Vector Index 개선이 단기 과제로 도출되었다.

## 결론

본 연구는 기존 streamlit 기반의 프로토타입 시스템을, FastAPI 백엔드-프론트엔드 분리, 비동기 처리, 사용자 인증 등이 구현된 프로덕션 레벨의 ALRIS 시스템으로 고도화했다는 점에서 성과가 있었다. 또한, 전문가 피드백을 '운영 지식(Operational Knowledge)'으로 포착하여 AI의 신뢰성을 높이는 하이브리드 AI 구조를 선도적으로 제안하였다. 향후 정책 과제로는, 국토부 세움터 시스템과 연계한 대국민 ALRIS 서비스 운영 기반 확보, BIM 데이터 및 도면 해석을 위한 멀티모달 AI R&D 추진, AI 건축행정 샌드박스 도입 등이 필요하며, 후속 연구로는 공공 행정 시스템 연계를 고려한 국내 로컬 LLM 적용 테스트, 지자체 조례 등 추가 데이터의 유기적 통합, 그리고 도면 정보와 연계한 멀티모달 법령 해석 시스템을 위한 연구가 필요하다.

주제어

대규모 언어모델, 인공지능, 커뮤니티 인텔리전스, 건축법, 건축법령해석지원시스템

---

제1장 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	2
2. 연구의 방법	6
3. 연구의 차별성	7
제2장 커뮤니티 인텔리전스를 통한 인공지능 법규 검토 시스템 구축 기술 동향	11
1. AI 성능 개선의 한계와 극복을 위한 기술 트렌드	12
2. 커뮤니티 인텔리전스의 개념 및 활용 사례	19
3. AI 활용 법규 검토 시스템 동향	24
4. 동향 조사의 시사점	32
제3장 인공지능 건축법령 시스템 (ALRIS) 개선방향	33
1. 기존 시스템(Archilaw V2)의 특성과 한계	34
2. 신규 시스템(ALRIS V1) 개발 방향	37
3. 시스템 접속 링크 및 개발 현황	46
제4장 시스템 성능 평가	49
1. 벤치마크 개요 및 절차	50
2. 성능 평가 결과	55
3. 시스템 성능 개선을 위한 시사점	58

제5장 결론 ..... 61

1. 건축행정 인공지능 전환을 위한 정책 방향 제안 ..... 62

2. 연구의 성과와 향후 과제 ..... 65

참고문헌 ..... 67

Summary ..... 71

## 표 차례

## List of Tables

[표 1-1] 선행연구 및 본 연구의 차별성 .....	8
[표 3-1] Archilaw V2 와 ALRIS V1 기능 비교 .....	45
[표 4-1] Archilaw V2 와 ALRIS V1 전체 성능 비교 .....	55
[표 4-2] 법령 검색 성공률 교차 분석 결과 .....	56
[표 4-3] 명확한 결론 케이스 성능 비교 .....	56
[표 4-4] 법령 변경 유무와 검색 성공 여부별 결론 일치율 .....	57
[표 4-5] 시스템 성능 개선 주요 결과 .....	59
[표 5-1] AI 건축행정 도입의 파급효과 .....	64

[그림 2-1] vTaiwan 의 AI 기반 의견수렴 프로세스	22
[그림 2-2] 미국의 지역 실험 및 분석을 위한 틀	23
[그림 2-3]캘리포니아 주정부에서 적용한 건축허가 기준 AI 자동화 검증 도구 분석 화면	25
[그림 2-4] 미국 AVVO 법률 상담 플랫폼 메인 페이지	26
[그림 2-5]법제처 지능형 법령검색 시스템 'Lawbot' 검색 화면	27
[그림 2-6] 미국 건축법령 검토 온라인 플랫폼 'UpCodes' 메인 페이지	29
[그림 2-7]AI 기반 도면 검토 시스템 AutoReview.AI 가 표출한 결과 화면	30
[그림 2-8]스마트 건축규정·법령 검색시스템 '건축규정 코파일럿' 메인 페이지	31
[그림 3-1] Archilaw V2 작동 프로세스	35
[그림 3-2] 새로운 인공지능 건축법령 시스템(ALRIS v1) 시스템 다이어그램(크게 보기)	44
[그림 3-3] 신규 개발된 인공지능 건축법령 서비스(ALRIS) 접속 화면	47
[그림 4-1] 평가 프롬프트	53



## 제1장

### 서론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 방법
3. 연구의 차별성

# 1. 연구의 배경 및 목적

## 1) 연구의 배경

### ■ 건축 민원 과부하와 법령 복잡성

우리나라의 건축 행정 체계는 지난 수십 년간 도시화의 급격한 진전, 건설 산업의 확대, 안전에 대한 국민적 요구 증대에 따라 점차 복잡성을 더해왔다. 건축 인허가 및 법령 해석을 둘러싼 민원은 매년 증가하고 있으며, 국토교통부에는 평균적으로 약 10,000건의 건축 관련 질의가 접수되고 있다. 이는 단순히 수치상으로 큰 규모일 뿐 아니라, 행정 담당자의 실무 처리 능력을 넘어서는 수준이라는 점에서 심각하다. 담당 공무원들은 하루에도 수십 건의 질의를 처리해야 하며, 각 민원은 단순한 사실 확인에서부터 고도의 법령 해석까지 다양한 수준을 요구한다.

법령의 구조적 복잡성도 민원 과부하의 주요 원인이다. 인허가를 위해 반드시 참고해야 하는 직접 법령만 해도 200여 개에 이르지만, 실제 행정 처리 과정에서는 한국건축규정(e-KBC) 시스템이 400개 이상의 법령을 참조하고 있으며, 건축공간연구원의 '건축법령 해석지원 시스템'인 Archilaw V2에는 내부적으로 800개 이상의 세부 법령 및 질의응답 사례를 참조하여 답변을 생성하고 있다. 이러한 다층적 법령 체계는 법령 간 상호 참조와 충돌을 불러오며, 민원 해석 과정에서 상당한 혼선을 유발한다.

상위법과 하위법, 중앙정부와 지방자치단체 간의 규정 충돌도 문제를 가중시킨다. 특정 사안이 중앙 정부의 법령에는 적합하지만, 지방자치단체의 조례와 상충하는 경우가 발생할 수 있다. 이때 행정 담당자는 어느 법령을 우선 적용할지 판단하기 어려우며, 동일한 사안에 대해 서로 다른 해석이 내려지는 사례도 나타난다. 결국 민원인은 명확한 답변을 받지 못해 불만을 표출하고, 이는 건축 행정 전반의 신뢰성 저하로 이어진다.

이와 같은 상황은 건축 인허가 과정의 비효율성으로 직결된다. 법령 해석의 불일치와 민원 과부하는 건축 산업의 정상적인 운영을 방해하고, 사회적 비용을 증가시키며, 나아가 건축 안전과 직결될 수 있는 문제를 발생시킬 가능성이 있다. 따라서 이러한 복잡성과 과부하 문제를 해결할 수 있는 새로운 접근 방식이 절실히 요구되고 있다.

## ■ AI 건축법 해석지원 시스템의 등장과 한계

이러한 문제 상황 속에서 주목받은 것이 AI 기반의 건축법 해석지원 시스템이다. 2023년 건축공간연구원은 ALRIS V1을 개발하여 건축 민원 대응에 인공지능을 접목하는 첫 걸음을 내디뎠다. ALRIS V1은 기본적인 법령 검색 및 자동 응답 기능을 제공함으로써 민원 해소에 일정한 역할을 수행할 수 있음을 실증적으로 보여주었다. 이는 국내 건축 행정 역사에서 의미 있는 시도였다.

이어 2024년에는 GPT 기반 대규모 언어모델과 방대한 데이터베이스, 과거 민원 사례를 학습한 ALRIS V2가 공공 시범서비스로 제공되었다. 이 시스템은 자연어 질의응답 방식을 통해 사용자 친화적인 경험을 제공하였고, 단순 반복적 성격의 민원에 대해서는 공무원보다 신속하고 정확하게 대응할 수 있었다. 이러한 성과는 AI 기술이 건축 민원 처리 과정에 실제로 적용될 수 있음을 입증하는 중요한 계기가 되었다.

그러나 ALRIS V2의 도입은 동시에 뚜렷한 한계를 드러냈다. 첫째, 정확성 문제이다. 단순한 규정 확인에는 높은 효율성을 보였으나, 법령 해석이 복잡하거나 다양한 사례가 얹힌 민원에는 여전히 오류가 발생하였다. 둘째, 최신성 문제이다. 건축 관련 법령은 개정 주기가 짧아 최신 법령을 실시간으로 반영하지 못할 경우, AI가 제공하는 답변이 현행 법령과 불일치할 위험이 있다. 셋째, 신뢰성 문제이다. AI의 답변은 민원 응대의 보조 도구로는 적합하지만, 법적 효력을 가진 행정 결정의 근거로 사용하기에는 제도적·기술적 장치가 부족하다.

결과적으로 ALRIS V2는 AI 기술의 가능성과 한계를 동시에 보여주었다. 즉, 민원 과부하 문제를 상당 부분 경감할 수 있는 잠재력은 분명히 확인되었지만, 실제 행정 결정 단계에서 신뢰성을 확보하기 위해서는 더 많은 연구와 보완이 필요한 시점이다.

## ■ 시스템의 지속적 운영 및 고도화 연구 필요성

AI 건축법 해석지원 시스템은 단순한 기술적 실험 단계에 머무르지 않고, 지속적으로 운영되며 고도화되어야 한다. 이는 세 가지 이유에서 필요하다.

첫째, 정책 환경적 측면이다. 정부는 디지털플랫폼정부 정책 기조 아래 행정 전반의 디지털 전환을 추진하고 있으며, 건축 행정 역시 예외가 아니다. 민원 응대의 디지털화, 법령 해석의 자동화는 건축 행정 혁신의 핵심 과제로 부상하고 있다.

둘째, 기술 발전 속도의 측면이다. 최근 대규모 언어모델(LLM)의 발전은 기존 검색 기반 시스템보다 훨씬 높은 수준의 맥락 이해와 해석 능력을 보여주고 있다. 건축법 해석에 이러한 최신 기술을 도입한다면, 복잡한 사례와 다차원적 법령 관계도 보다 정교하게 해석할 수 있다.

셋째, 사용자 참여와 신뢰성 강화의 측면이다. 민원인과 공무원의 실제 경험을 시스템에 반영하는 '참여형 지식 강화 시스템'을 도입하면, 데이터베이스의 질적 수준이 높아지고 현장에서의 신뢰성도 강화된다. 이는 단순한 질의응답 기능을 넘어, 건축 행정 현장에서 실질적으로 활용 가능한 수준의 AI 시스템을 완성하는 데 중요한 역할을 할 것이다.

따라서 향후 연구는 AI 건축법 해석지원 시스템의 정확성을 제고하고, 최신 법령 반영 체계를 마련하며, 사용자 참여형 운영 모델을 구축하는 방향으로 이루어져야 한다. 이를 통해 민원 처리의 효율성을 높이는 것은 물론, 법령 해석의 신뢰성을 확보하고, 나아가 건축 행정 전반의 디지털 혁신을 이끌어낼 수 있을 것이다.

## 2) 연구의 목적

### ① 기 구축된 건축법령 해석지원 시스템(ALRIS) 안정화 및 최신 언어모델 적용·데이터셋 보강

#### ■ 최신 임베딩 모델 및 언어모델 적용 및 성능 테스트 수행

본 연구의 주요 목적은 기존 건축법령 해석지원 시스템을 최신 기술 기반으로 안정화하고 고도화하는 것이다. 현재까지의 시스템은 시범 운영을 통해 건축 민원 질의에 일정 수준의 응답을 제공하는 성과를 보였으나, 실제 행정에 적용하기에는 정확성과 최신성이 부족하다는 한계를 드러냈다.

이를 보완하기 위해 최신 임베딩 모델과 언어모델을 적용하여 성능을 테스트하고 검증하는 과정이 필요하다. 임베딩 모델은 법령과 사례 데이터를 의미 기반으로 분류하여 질의와 데이터 간의 정합성을 높이고, 언어모델은 복잡한 문맥과 다차원적 규정을 해석하는 능력을 강화한다. 이를 통해 민원인이 비정형적으로 표현한 질의도 체계적이고 정확하게 해석할 수 있다.

#### ■ 관련 법령 개정 사항 반영 및 건축법령 질의응답 사례 데이터셋 현행화

또한, 관련 법령 개정과 질의응답 사례의 데이터셋 반영은 시스템의 신뢰성을 확보하기 위한 필수 조건이다. 건축 법령은 개정 주기가 짧고, 새로운 행정 및 판례 사례가 지속적으로 발생한다. 따라서 시스템은 최신 법령과 실제 사례를 데이터셋에 실시간으로 반영함으로써, 항상 현행 법령 기준에 부합하는 응답을 제공할 수 있어야 한다. 이와 같은 지속적인 데이터셋 강화는 단순한 성능 개선을 넘어, 시스템을 현장 친화적이고 실질적인 법령 해석지원 플랫폼으로 발전시키는 기반이 될 것이다.

### ② 시스템 성능 향상을 위한 커뮤니티 인텔리전스 프레임워크 개발

#### ■ 사용자간 질의 응답 내용 공유 및 검토 의견 제안 기능 구현

두 번째 주요 목적은 기존 건축법령 해석지원 시스템의 성능과 신뢰성을 장기적으로 개선하기 위한 커뮤니티 인텔리전스 프레임워크(Community Intelligence Framework)를 개발하는 것이다. AI 시스템은 일정 수준 이상의 정확도를 보장할 수 있으나, 법령 해석이라는 특수한 영역에서는 오류 가능성은 완전히 배제하기 어렵다. 따라서 사용자와 전문가의 집단 지성을 결합한 보완적 장치가 필요하다.

이를 위해 첫째, 사용자 간 질의응답 내용의 공유와 검토 기능을 도입한다. 민원인과 공무원 등 시스템 사용자들은 시스템이 생성한 응답을 서로 공유하고, 동일하거나 유사한 질의에 대한 답변을 비교·검토할 수 있다. 이를 통해 답변의 일관성을 확인하고, 개선이 필요한 부분을 찾아낼 수 있다.

- 
- 법령 해석의 일관성 향상을 위해 시스템에서 오답이 발생하는 경우에 대한 전문가에 검토 및 지식 템플릿 등록 기능 도입

둘째, 전문가 검토 절차를 마련한다. AI가 잘못된 응답을 제공하거나 불완전한 해석을 제시한 경우, 건축 행정 및 법령 전문가가 이를 검토하고 보완하여 데이터베이스에 반영한다. 이러한 과정은 시스템의 오류를 교정하는 동시에, 향후 유사한 사례에 대한 응답 정확성을 높이는 학습 데이터로 활용된다. 결과적으로 시스템은 단순한 AI 기반 질의응답 도구를 넘어, AI + 사용자 피드백 + 전문가 검증이 결합된 하이브리드 법령 해석지원 플랫폼으로 발전할 수 있다.

## 2. 연구의 방법

### ■ 시스템 개발 방향 설정을 위한 최신 트랜드 조사 및 사용자 의견 분석

본 연구는 건축법령 해석 지원시스템의 고도화와 차별화를 위해 최신 동향 조사와 사용자 의견 분석을 진행한다. 시스템 개발 방향을 설정하기 위하여 국내외 법규 검토 시스템의 동향을 조사하고, 기존 사용자 간담회를 통해 기능 개선 요구사항을 수집한다. 이를 통해 현장에서 실제적으로 필요한 기능과 법령 해석 지원 과정에서 발생하는 불편 요소를 파악하고, 향후 시스템 개선의 기초 자료로 활용하고자 한다.

### ■ 기존 시스템의 데이터 보강 조치 실행

둘째, 기존 시스템의 데이터 보강 방안을 마련하고자 한다. 이를 위해 최신 질의응답 사례 데이터와 최근 개정된 법령을 반영할 수 있는 파이프라인을 설계하고, 코딩 및 테스트를 통해 데이터셋을 강화하도록 한다. 또한, 정식 운영을 대비하여 국가정보원(NIS)의 보안성 검토 자문을 받아 시스템이 공공 서비스로서 요구되는 보안 기준을 충족할 수 있도록 한다.

### ■ 커뮤니티 인텔리전스 및 전문가 검토 프로세스 구축

셋째, 커뮤니티 지능과 전문가 검토 프로세스를 단계적으로 구축토록 한다. 1단계에서는 사용자가 품질 높은 응답 사례를 공유하고 상호 토론할 수 있는 기능을 제공함으로써, 해석이 어려운 사안에 대하여 관련 법 조항과 판례를 함께 검토한다. 특히 사용자 토론 과정에서 해석에 대한 의견 불일치가 발생할 경우, 시스템은 답변 생성 시 별도의 신뢰도 경고를 표시하는 방식을 도입한다.

2단계에서는 건축법령 전문가 자문단을 구성하여 자주 제기되는 질의 문항과 시스템의 오답 사례를 심층적으로 분석한다. 3단계에서는 이 분석 결과를 바탕으로 법령 해석 가이드라인과 응답 생성 모듈을 개발하여, 시스템과 사용자가 모두 참조할 수 있는 근거 자료를 마련하고자 한다.

### ■ 기존 시스템과의 비교 성능 평가

마지막으로, 본 연구에서는 개발된 시스템의 성능을 기존 시스템과 비교 평가하고자 한다. 구체적으로 기 개발된 Archilaw V2, 그리고 본 과제를 통해 개발된 차세대 시스템(ALRIS V1)의 성능을 다차원적으로 비교하여, 성능을 객관적으로 측정한다.

### 3. 연구의 차별성

#### 1) 관련 선행연구

본 연구의 선행연구들로 지능정보기술과 인공지능을 활용한 행정서비스 및 법률·행정혁신을 주제로 한 연구들이 있다. 이를 종합적으로 검토하면 다음과 같다.

김정숙·이재용(2020)은 지방자치단체의 민원 및 복지서비스 분야에서 지능정보기술을 어떻게 행정 서비스에 적용할 수 있는지를 탐색하는 연구를 수행한 바 있다. 연구 목적은 행정서비스 혁신 과정에서 필요한 지능정보기술의 선정, 지능정보기술 적용 과정에서 발생할 수 있는 문제점 파악, 개선방안 제시 등에 중점을 두었다. 이를 통해 지능정보기술이 공공서비스 제공 과정에서 효율성을 제고할 수 있으나, 동시에 제도적·기술적 한계가 존재한다는 점을 밝혀 향후 제도 개선의 필요성을 제안하였다.

양현재 외(2020)의 연구에서는 과학기술행정 분야를 대상으로 인공지능 활용 현황과 적용 가능성을 분석하였다. 주요 목적은 인공지능의 기술적 특성과 과학기술행정의 특성을 접목, 과학기술정책 및 행정혁신을 위한 인공지능 활용전략 도출이었다. 연구 결과, 인공지능은 과학기술 데이터 분석, 정책 결정 지원, 미래예측 등 다양한 분야에서 혁신적 수단으로 작용할 수 있음을 강조하였다. 동시에 윤리적·제도적 보완 필요성이 제기되었다.

전정현·김병필(2019)은 법률서비스 분야에서 인공지능 기술 발전에 대응하기 위한 제도적·기술적 준비를 검토하였다. 연구 목적은 인공지능 기반 법률서비스의 신뢰성과 정확성을 확보하는 동시에, 사용자 참여를 통한 집단지성을 활용하여 해석의 일관성과 품질을 높이는 방안을 모색하는 데 있었다. 특히, 건축법 분석지원 시스템의 개선을 위해 인공지능과 커뮤니티 인텔리전스를 접목하는 방안을 제시하였다.

## 2) 본 연구의 차별성

### ■ 실제 서비스 운영과 연계한 실증 연구 수행

선행연구들은 지능정보기술과 인공지능이 행정 및 법률서비스 혁신의 잠재성을 보여주었으나, 실제 법령 해석 지원 시스템의 구축·운영 단계까지는 나아가지 못하였다.

반면, 본 연구는 건축법령 해석 지원 시스템 개발과 운영 경험을 토대로, 최신 AI 기술과 커뮤니티 인텔리전스를 접목하여 실무적 민원 대응·정책적 혁신·지속적 법령 반영까지 포괄하는 구체적 발전방안을 제시한다.

### ■ 커뮤니티 인텔리전스 기반 지식 공유 체계 구축

본 연구에서는 선행연구에서 개념적 차원에서만 언급된 집단지성 활용과 달리, 구체적 시스템 기능으로 구현하고자 한다. 사용자가 질문·답변 내용을 공유·검토하고 의견을 보완하는 구조를 통해, 법령 해석의 일관성과 신뢰성을 제고하는 참여형 플랫폼으로 발전시킨다.

### ■ 정책적·실무적 디지털 혁신 추진

본 연구에서는 단순히 기술적 가능성 템색을 넘어서, 민원 처리 효율화와 행정 신뢰도 향상이라는 정책적 목표의 가능성을 살펴볼 수 있다. 빠르게 발전하는 AI 기술에 대비하여 LLM 적용, 실시간 법령 업데이트, 사용자 참여형 지식 강화 등을 통해 건축행정 분야에서의 디지털 혁신을 선도하고자 한다.

[표 1-1] 선행연구 및 본 연구의 차별성

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구명: 지능정보기술을 활용한 지방자치단체의 민원,복지서비스 혁신 방안</li> <li>연구자(년도): 김정숙,이재용(2020)</li> <li>연구목적: 행정서비스를 위한 지능정보기술 선정, 지능정보기술 적용을 통한 행정서비스 혁신 과정의 문제점 파악 및 개선 방안제시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>관련문헌 분석</li> <li>관련 법률, 규정, 규칙 등 제도적 기반 및 현황 분석</li> <li>지자체 대상 지능정보기술 활용 혁신 사례 및 현황 실태조사</li> <li>과학기술의 서비스 적용 현황, 문제점, 도입 방안, 개선 방안 등에 대한 전문가 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지능정보기술 현황 및 민원·복지서비스 적용 사례분석</li> <li>지방자치단체 행정서비스에 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 블록체인 기술의 적용 현황 및 적용 방안 분석</li> <li>지능정보기술을 활용한 지방자체단체행정서비스 혁신방안 제시</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구명: 과학기술 행정 혁신을 위한 인공지능 활용 방안</li> <li>연구자(년도): 양현채, 박기범, 엄미정, 목은지(2020)</li> <li>연구목적: 과학기술 행정에서 인공지능 활용 현황 파악 및 인공지능 활용이 가능한 영역 도출, 인공지능의 기술적 특성과 과학기술 행정 업무를 바탕의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>문헌 검토</li> <li>사례분석</li> <li>시스템 구축 담당자, 과학기술 정책 전문가 대상 인터뷰</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학기술 행정에의 인공지능 활용 사례 분석</li> <li>과학기술 행정에서의 인공지능 활용 장애요인 도출</li> <li>과학기술 행정에 인공지능의 활용 활성화와 활용처에 대한 방향성 제시</li> </ul>

선행연구와의 차별성			
구 분	연구목적	연구방법	주요연구내용
과학기술 행정 혁신을 위한 인공지능 활용 방안 모색			
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구명: 인공지능과 법률서비스: 현황과 과제</li> <li>연구자(년도): 전정현, 김병필(2019)</li> <li>연구목적: 법률 서비스 관련 인공지능 기술 발전을 주동하기 위한 원동력 마련 방안 제안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>문헌검토</li> <li>사례분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>법률서비스에 적용되는 인공지능 기술의 발전 현황</li> <li>미국을 중심으로 인공지능이 법률 분야에 적용되고 있는 실제 사례를 검토</li> <li>국내 법률 서비스 관련 인공지능 발전을 위한 과제 제시</li> </ul>
본 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구목적: 대규모 언어모델 기반 질의 응답 시스템의 건축·도시정책에 특화된 활용방안을 탐색</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내·외 기술 동향 분석</li> <li>컴퓨터 공학 분야의 개념증명(POC: Proof of Concept) 방법론을 적용</li> <li>사용자 및 전문가 피드백 데이터 분석을 통한 시스템 개선 방안 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자체 선행 연구에서 개발된 건축법령 해석 지원 시스템 고도화 방안 실증</li> <li>사용자 및 전문가 참여를 통한 시스템 답변 신뢰도 및 정확도 향상을 위한 하이브리드 인텔리전스 시스템 가능성에 대한 실증 연구 수행</li> </ul>

출처: 조상규 외(2023, p.5) 일부 발췌 및 연구진 작성



## 제2장

# 커뮤니티 인텔리전스를 통한 인공지능 법규 검토 시스템 구축 기술 동향

1. AI 성능 개선의 한계와 극복을 위한 기술 트렌드
2. 커뮤니티 인텔리전스의 개념 및 활용 사례
3. AI 활용 법규 검토 시스템 동향
4. 동향 조사의 시사점

# 1. AI 성능 개선의 한계와 극복을 위한 기술 트렌드

## 1) 대규모 언어모델 성능 개선의 한계

대규모 언어모델의 성능은 연산 자원과 데이터 규모를 증가시킴에 따라 꾸준히 향상되지만, 그 향상 폭은 점차 줄어드는 양상을 보인다. 이미 2020년에 OpenAI 연구진은 언어모델의 교차 엔트로피 손실(cross-entropy loss)이 모델 파라미터 수, 훈련 데이터량, 연산량에 대해 멱함수적(power-law)으로 감소함을 실증하였다(Kaplan et al., 2020). 모델 훈련 과정에서 측정된 지표들을 분석한 결과, 모델 규모를 10배 키우고 데이터량을 크게 늘려도, 얻을 수 있는 성능 개선은 그에 비례하지 않고 강력한 수확체감 현상이 존재한다는 것이다. 모델 손실을 일정 수준 낮추려면 지수적으로 많은 추가 연산과 데이터가 필요하며, 다른 구조적 개선 없이 규모 확장만으로는 효율이 급격하게 감소한다(Kaplan et al., 2020). 이러한 스케일링 한계로 인해 "성능 vs. 자원" 그래프는 한계에 가까워질수록 완만하게 수렴하는 형태를 보이는데, 결국 충분히 큰 규모에서는 인간 언어의 내재적 엔트로피 한계에 도달하게 된다.

더욱이 인간 언어에는 예측 불가능한 고유한 정보 엔트로피가 존재하며, 언어모델이 아무리 커져도 이 본질적 불확실성 이하로 예측 오차를 줄일 수 없다(Hoffmann et al., 2022). DeepMind의 최신 Scaling Law 연구인 Chinchilla 모델 분석에서도, 무한대 용량의 모델과 데이터로 수렴하는 최소 손실값이 약 1.69 nats/token (토큰당 1.69 내추럴: 혹은 약 0.6 비트/문자)수준으로 추정되었다(Hoffmann et al., 2022). 이는 Shannon 등의 고전 연구에서 추정된 영어 텍스트의 엔트로피 (문자 당 0.6~1.3 bits)와 부합하는 수치이다(Hoffmann et al., 2022). 이미 대규모 언어모델들은 이 이론적 한계치에 매우 근접하고 있다. 예를 들어 70억 개 파라미터 규모의 Chinchilla 모델은 테스트 말뭉치에서 문자 당 약 0.667비트의 예측오차를 보였는데, 이는 추정된 언어 엔트로피 한계(~0.6비트)에 거의 근접한 값이다(Hoffmann et al., 2022). 요약하면, 현재 거대 언어 모델들은 이미 언어 확률 분포의 한계에 가까운 성능 수준에 도달하고 있으며, 이를 넘어서기 위한 모델 규모의 확대나, 연산 자원 투입의 효과는 기대하기 어려운 상황이다(Hoffmann et al., 2022). 이러한 결과는 파라미터 수 대비 데이터량의 최적 비율을 재검토하게 했고, 주어진 예산 내에서 성능을 극대화하려면 모델 크기 증가 보다 충분한 데이터로 학습하는 전략이 중요함을 시사한다(Hoffmann et al., 2022). 이러한 연구 결과들을 종합하면, 향후에는 언어모델 자체의 성능 향상보다는 다른 접근과의 병행을 통한 효율 개선 방안이 필요할 것으로 사료된다.

## 2) 트렌드 1: AI 에이전트 기술의 도입

언어 모델 자체의 성능 향상이 자연어에 내재된 언어 엔트로피의 한계와 막대한 투입 비용에 의해 정체기를 맞이한 반면, 언어 모델 기반의 AI 에이전트 기술은 언어 모델 활용의 새로운 지평을 열고 있다. 원래 인공지능 개발의 핵심 목표 중 하나는 지능적 에이전트를 구현하는 것이다(Huyen, 2025). 전통적인 인공지능 시스템은 주어진 명령이나 질문에 응답하는 데 그쳤지만, 에이전트 기반 인공지능 (Agentic AI)은 스스로 환경을 인지하고 추론하며 행동하는 자율성을 지향한다(World Economic Forum, 2024). 초거대 언어 모델(LLM) 같은 파운데이션 모델의 등장으로 이전에는 구현이 어려웠던 자율 에이전트 개발과 활용이 현실화되고 있으며(Huyen, 2025), 이는 다양한 산업 분야에서 혁신을 일으킬 잠재력을 지니고 있다.

에이전트는 다양한 관점에서 정의될 수 있지만, AI 분야에서 에이전트란 사용자나 시스템을 대신하여 자율적으로 작업을 수행하는 소프트웨어 컴포넌트로 보는 것이 합리적이다. 이러한 맥락에서 에이전트는 광범위하게 활용되며, 예를 들어 네트워크에서 사용자의 행동을 대리하는 유저 에이전트, 자연어 대화를 수행하는 대화형 에이전트, 그리고 강화학습에서의 학습 에이전트 등이 있다(Huyen, 2025). 지능형 에이전트는 일반적으로 목표 달성을 위해 합리적 행동(rational action)을 취하며, 주어진 목표를 최대한 잘 달성하도록 설계된다.

에이전트의 역할은 주어진 문제를 자동화하고 대리 수행하는 데 있다. 예를 들어, 정보 과부하 시대에 에이전트는 사용자를 대신하여 웹에서 필요한 정보를 수집하고 요약하거나, 스마트 홈 환경에서 사용자 명령 없이도 상황을 인지해 조명을 조절하는 등 능동적이고 상황 인식적인 서비스를 제공한다. 이러한 에이전트는 복잡한 시스템에서 분산 인공지능의 한 요소로 동작하거나, 개별 소프트웨어 모듈로서 특정 과업을 자율 처리함으로써 전체 시스템의 지능화를 이끈다. 요컨대, 에이전트는 단순한 함수나 모듈이 아닌 목표 지향적이고 지속적으로 동작하는 존재로서, 외부 환경과의 상호작용을 통해 부여된 임무를 수행하는 것이 핵심이다(IBM, 2024).

### ① Agentic AI의 주요 특징

에이전트 개념은 오래전부터 있었지만, 최근 Agentic AI가 주목받는 이유는 거대 언어 모델(LLM) 같은 초거대 AI의 능력을 통해 에이전트가 한층 유연하고 지능적인 동작을 할 수 있게 되었기 때문이다 (Huyen, 2025). 이처럼 Agentic AI에 대한 연구는 모델의 계획(planning) 능력 향상, 도구 활용 범위 확대, 여러 에이전트 간 협업, 장기 메모리와 피드백 루프 등 다양한 측면에서 진행되고 있다. 다만 이 분야는 여전히 초기 단계로, 이론적 프레임워크나 평가 기법이 완전히 정립되지 않아 많은 실험과 개선이 이루어지는 중이다(Huyen, 2025). 그럼에도 불구하고 에이전트 기반 패턴은 인공지능 활용을 새로운 수준으로 끌어올릴 수 있는 잠재력 때문에 학계와 산업계 모두에서 큰 주목을 받고 있다. 최근 각광받고 있는 Agentic AI의 핵심적 특징은 다음과 같다.

## ■ 자율적 도구 활용과 계획능력

최신 에이전트 AI 시스템은 LLM을 두뇌(brain)로 사용하여 외부 도구와 API를 연계함으로써 복잡한 작업을 수행한다(IBM, 2024 and Shen et al., 2023). 예를 들어, 2023년 Microsoft 연구의 HuggingGPT는 ChatGPT와 같은 LLM이 오픈스택레이션 역할을 하여, 요청을 적절한 하위 작업으로 분해하고 각 작업에 특화된 기계학습 모델들을 호출함으로써 복합적인 문제를 해결했다(Shen et al., 2023). 이를 통해 단일 언어 모델의 한계를 넘어, 이미지 인식, 음성 처리, 데이터베이스 질의 등 여러 분야의 모델을 언어 인터페이스를 통해 연결하는 패러다임이 등장했다.

## ■ Tool 사용을 통한 기능 확장

오늘날 많은 생성형 AI 응용들은 내부적으로 에이전트 + 도구 구조를 취하고 있다. 예를 들어 OpenAI의 ChatGPT 자체도 플러그인이나 함수 호출 기능을 통해 웹 검색, Python 코드 실행, 이미지 생성 등의 도구 활용 능력을 보여주고 있으며, 이러한 면에서 ChatGPT는 하나의 에이전트로 간주될 수 있다 (Huyen, 2025). Retrieval-Augmented Generation (RAG) 시스템도 유사하게, LLM이 검색기, 벡터 DB, SQL 질의자 등의 도구를 사용하여 응답 정확도를 높이는 에이전트적 동작을 수행한다(Huyen, 2025). 이처럼 LLM + 툴 조합은 Agentic AI의 대표적인 패턴으로 자리 잡았다.

## ■ 멀티에이전트 및 시뮬레이션

에이전트가 여러 개 모여 상호작용하는 멀티에이전트 시스템도 주목받는 흐름이다. 특히 스탠퍼드 대학의 Generative Agents 연구는 GPT-4 기반의 25개 에이전트를 가상 마을에 배치하여, 각 에이전트가 자신의 성격과 기억을 토대로 하루 일과를 자율적으로 보내고 다른 에이전트와 사회적으로 교류하도록 시뮬레이션했다(Stanford HAI, 2023). 그 결과 이러한 에이전트들은 아침에 일어나 아침식사를 하고 출근하며, 제안된 이벤트(예: 발렌타인데이 파티)를 스스로 계획하고 초대장을 보내 사람처럼 행동하는 양상을 보여주었다(Stanford HAI, 2023). 이는 대화형 LLM과 장기 메모리, 계획 알고리즘을 결합하여 상호작용하는 자율 에이전트 집단을 구현한 사례로, 게임 NPC나 사회 과학 실험 등에 응용될 수 있음을 시사한다.

## ■ 특화 분야의 에이전트 적용

도메인 특화된 에이전트 연구도 활발하다. 예를 들어 SWE-Agent는 GPT-4를 기반으로 개발된 소프트웨어 코딩 에이전트로, 컴퓨터 파일 시스템과 터미널을 환경으로 삼고 코드 파일 탐색, 버그 수정, 테스트 실행 등의 액션을 수행하여 GitHub 이슈를 자동으로 해결한다(Huyen, 2025) 연구 결과 이 에이전트는 인간 개발자처럼 코드를 읽고 편집해가며, 기존의 비대화형 LLM보다 높은 버그 수정 성공률을 달성했다[(Yang et al., 2024)]. 이렇듯 코딩, 데이터 분석, 로보틱스 제어 등 특정 영역에 특화된 에이전트들이 등장하여 인간 전문가의 업무를 보조하거나 일부 자동화하는 방향으로 발전하고 있다.

## ■ AutoGPT와 자체 사고 루프

2023년 초 등장한 AutoGPT와 같은 실험적 프로젝트는 GPT-4를 기반으로 사용자가 목표만 제시하면 에이전트가 스스로 계획을 세우고 일련의 행동을 실행하여 목표 달성을 반복 수행하는 개념을 선보였다(IBM, 2024). AutoGPT는 고차원적인 목표를 여러 하위 작업으로 나누고, 필요한 경우 다른 GPT 인스턴스나 API 호출 등을 통해 문제를 해결하며, 사람이 매번 프롬프트를 주지 않아도 루프를 돌며 자율 실행되는 형태이다. 이러한 연속적 자율 에이전트 개념은 개발자 사이에서 큰 관심을 모았고, 이후 이를 개선한 다양한 프레임워크들이 나타나고 있다 (예: 복수의 에이전트가 협력하는 multi-agent frameworks인 LangChain의 AutoAgents, MS의 Autogen 등)(IBM, 2024). 비록 현 단계에서는 완전한 자율에는 한계와 실패 사례도 있지만, 이러한 시도는 Agentic AI의 미래 방향을 보여주는 중요한 흐름이다.

### ② 주요 산업 적용 사례

Agentic AI는 Vertical AI (특정 산업 분야에 특화된 AI 에이전트)부터 Horizontal AI (여러 분야에 적용될 수 있는 범용 에이전트)까지 폭넓게 활용되며, 업무 자동화, 실시간 의사결정, 개인화 서비스 등 의 측면에서 획기적인 변화를 주도하고 있다(Harvard Business Review, 2024 & IBM, 2024).

## ■ 개인 비서 및 생산성 도구

사용자의 여행 일정 계획부터 예약까지 알아서 처리해주는 개인 비서형 에이전트가 등장하고 있으며, 가상 노인 돌봄 도우미처럼 사용자의 일정 관리나 건강 상태를 모니터링하는 휴면에이전트도 연구되고 있다(Harvard Business Review, 2024). 이러한 에이전트들은 자연어 명령만으로 복잡한 업무를 대행하여, 개인 생산성 향상과 생활 편의 증진에 기여하고 있다.

## ■ 마케팅 및 비즈니스 자동화

마케팅 캠페인 관리 에이전트는 실시간으로 광고 캠페인 성과를 모니터링하고 전략을 조정하여 최적의 결과를 내도록 돋는다(IBM, 2024). 예를 들어 에이전트가 광고 예산 배분을 자동으로 수정하거나 A/B 테스트 결과를 분석해주는 식이다. 이처럼 Agentic AI를 활용하면 사람의 개입 없이도 시장 변화에 대응하는 비즈니스 프로세스 자동화가 가능해진다.

## ■ 헬스케어

의료 분야에서는 환자 모니터링 에이전트가 환자의 상태 데이터를 지속적으로 감시하고, 새로운 검사 결과에 따라 치료 방침을 조언하거나 의료진에게 알림을 줄 수 있다(IBM, 2024). 예컨대 환자의 바이탈 사인(vital sign)에 이상이 감지되면 에이전트가 즉시 이전 기록과 비교 분석하여 의사에게 경고를 보내는 시스템을 생각할 수 있다. 이러한 의료 에이전트는 의사의 판단을 보조하고 환자 맞춤형 치료를 실시간으로 지원함으로써, 의료 서비스의 질과 효율을 높일 것으로 기대된다.

## ■ 사이버 보안

보안 에이전트는 네트워크 트래픽, 시스템 로그, 사용자 행위를 24시간 자동 분석하여 잠재적 사이버 위협을 탐지 및 대응한다(IBM, 2024). 예를 들어 이상 트래픽 패턴이나 의심스러운 로그인 시도를 감지하면 에이전트가 즉각 해당 계정을 격리하거나 관리자에게 경고를 전송하는 식이다. 이러한 Agentic AI 기반 보안 시스템은 실시간 대응과 사전 예방적 방어를 가능하게 해 기업의 보안 수준을 한층 높인다.

## ■ 법률 및 규제 준수

전문 지식이 필요한 법률 컴플라이언스 분야에서도 에이전트의 역할이 부각되고 있다. 예를 들어 건축법령 준수 검사에 AI 에이전트를 활용하면, 복잡한 건축 법규 데이터베이스를 탐색하여 새로운 설계도가 규정을 위반하는 부분이 없는지 자동으로 점검하고, 그 근거 조항까지 제시해 줄 수 있을 것이다. 금융 도메인에서는 실제로 에이전트가 대량의 거래를 모니터링하고 규제 준수 여부를 실시간으로 확인하는 시도가 진행 중이며(World Economic Forum, 2024), 계약서 검토나 최신 법령 추적과 같은 작업에 에이전트를 활용하면 비용과 오류를 크게 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

## ■ 소프트웨어 개발

앞서 언급한 SWE-Agent와 같이, 개발자 도구로서의 에이전트도 떠오르고 있다. 예를 들어 MS GitHub Copilot의 실험적 확장판들은 주어진 이슈를 해결하기 위해 코드를 생성한 후, 자동으로 코드 실행과 테스트까지 수행하여 그 결과를 평가하는 방향으로 발전하고 있다. 이는 에이전트가 단순히 코드 조각을 추천하는 수준을 넘어, 프로그램 작성 → 실행 → 검증의 사이클을 스스로 돌면서 점진적으로 결과물을 개선하는 자동 코딩 비서의 가능성을 보여준다. 이러한 코드 중심 에이전트는 소프트웨어 버그 수정, 테스트 케이스 생성, 배포 자동화 등에서 개발자의 반복 작업을 줄여줄 것으로 기대된다(Huyen, 2025).

## ■ 게임 및 가상환경

게임 산업에서는 Agentic AI를 활용해 NPC(non-player character)를 혁신하고 있다. 과거에는 NPC 행동이 스크립트로 고정되어 있었지만, 이제는 LLM 기반 에이전트 NPC가 플레이어의 행동에 따라 실시간으로 대화하고 계획을 변경하는 것이 가능한다. Stanford Generative Agents의 Smallville 실험은 이에 대한 청사진을 제시하는데, 사람처럼 일정에 따라 행동하고 사회적으로 상호 작용하는 NPC들 덕분에 게임 몰입감이 높아질 수 있음을 보여주었다(Stanford HAI, 2023). 앞으로 이러한 생성형 NPC는 교육용 시뮬레이션이나 메타버스 환경 등에서도 사람과 유사한 상호작용을 제공하는 데 활용될 전망이다.

## ■ 금융 및 공급망 관리

이 밖에도 금융 분야에서는 자동자산 운용 에이전트가 시장 데이터를 분석해 포트폴리오를 관리하고 ([World Economic Forum, 2024]), 물류 분야에서는 재고 수준을 자동으로 모니터링하여 공급망을 최적화하는 에이전트 등이 논의되고 있다(IBM, 2024).

### ③ Agentic AI 기술의 의의와 전망

Agentic AI 기술은 컴퓨터 과학의 관점에서 지능형 시스템 개발의 새로운 단계를 의미한다. 전통적으로 인간의 개입 없이 작동하는 자율 시스템을 만드는 일은 많은 제약이 있었으나, 이제 대규모 언어 모델의 추론 능력과 결합한 에이전트는 복잡하고 비정형적인 문제도 유연하게 대응할 수 있게 되었다. 이는 소프트웨어 아키텍처 측면에서 프로그래밍과 학습된 지능의 결합이라는 새로운 패턴을 제시한다(IBM, 2024). 개발자는 명시적인 규칙이나 알고리즘을 모두 코딩하는 대신, LLM에게 고수준의 목표를 부여하고 필요시 도구를 쓰도록 함으로써, 보다 인간다운 문제 해결 과정을 시스템에 이식할 수 있게 되었다(IBM, 2024). 이러한 접근은 사용자에게는 자연어 인터페이스를 통한 직관적인 사용성을 제공하고, 시스템 측면에서는 변화하는 환경에 적응적으로 대응하는 유연성을 제공한다(IBM, 2024).

Agentic AI는 실제 시스템 개발에서도 큰 의미를 갖는다. 예를 들어, 에이전트 기반 아키텍처를 도입하면 복잡한 업무 자동화 시스템을 보다 모듈화하고 인지 중심적으로 만들 수 있다. 금융 시스템에서 거래 감시 에이전트들이 자율적으로 움직이면서 전체 리스크를 관리하거나(World Economic Forum, 2024). 대기업의 IT 인프라에서 수십 개의 에이전트가 협력하여 장애를 감지·복구하고 자원 할당을 최적화하는 시나리오도 상상할 수 있다. 나아가 개인화된 에이전트들이 사용자 각각의 맥락과 선호에 맞추어 학습함으로써, 모두에게 동일한 소프트웨어가 아니라 개인 맞춤형 서비스를 제공하는 방향으로 소프트웨어 패러다임이 진화할 수 있다(World Economic Forum, 2024).

물론 도전과제도 존재한다. 에이전트에게 높은 수준의 자율성을 부여할 경우, 예측 불가능한 오류나 오작동에 대한 우려가 있다. 하나의 에이전트가 연쇄적 행동을 할 때 발생하는 오류 축적 문제(Huyen, 2025), 도구 사용에 따른 잠재적 위험(예: 잘못된 웹 검색으로 인한 오정보 활용), 그리고 여러 에이전트가 상호작용할 때의 안전성과 거버넌스 이슈(World Economic Forum, 2024) 등이 대표적이다. 따라서 에이전트 평가 및 통제 메커니즘, 윤리적 기준 수립도 함께 연구되어야 한다(Huyen, 2025).

요약하면, 에이전트 기반 인공지능은 “능동적으로 생각하고 행동하는 소프트웨어”를 현실화함으로써 컴퓨터 과학의 지평을 넓히고 있다. 이는 단순한 기술 유행을 넘어, 소프트웨어가 만들어지고 사용되는 방식 전반에 변화를 가져올 새로운 패러다임이라 할 수 있다. 앞으로 더 발전된 이론과 사례가 축적됨에 따라, Agentic AI는 다양한 응용 시스템에서 인간과 협력하거나 독립적으로 문제를 해결하는 동반자로서 자리매김할 것으로 기대된다.

### 3) 트렌드 2: 하이브리드 인텔리전스 전략

위에서 논의한 언어모델 성능의 이론적 한계와 현실적인 계산 자원 제약을 고려할 때, 복잡한 문제 해결에는 전문가의 개입이 결합된 하이브리드 지능이 필요하다는 견해가 힘을 얻고 있다. 인공지능 시스템을 인간 도움 없이 단독으로 운용할 경우 가끔 오류를 범하거나 실패할 수 있으며, 중요한 업무에서 이런 실수는 사용자 신뢰를 떨어뜨리고 심각한 결과를 초래할 수도 있다 (Kamar, 2016).

Kamar(2016)은 인간과 AI의 협업을 통해 이러한 단점을 극복하는 Hybrid Intelligence 개념을 제안하며, 인간 지능을 AI 시스템 전반에 통합하여 기계 능력을 보완해야 한다고 제안한다(Kamar, 2016). 즉, "AI가 혼자 기능하는 대신 인간과 파트너십을 이뤄야 한다"는 것으로, 인간의 상호작용을 설계 단계부터 포함함으로써 AI의 실수 예방 및 지속적 성능 향상이 가능하다는 것이다 (Kamar, 2016). 실제로 반자동 주행, 의료 진단 등 위험성이 높은 분야에서는 인간이 AI의 판단을 지속적으로 모니터링하고 필요한 경우 개입하도록 요구되고 있으며, 이런 인간 감독 체계는 사고 방지와 신뢰 확보에 핵심적 역할을 한다 (Kamar, 2016).

언어모델의 경우도 마찬가지로, 완전 무제한으로 모델을 키우는 것은 비현실적이므로 전문가 피드백을 통해 모델을 정교화하거나, 중요한 의사결정 단계에서 인간이 최종 검토를 맡는 구조가 바람직하다. 예를 들어, OpenAI가 GPT-4 등의 고도화에 활용한 인간피드백 강화를 통한 학습(RLHF)은 인간 평가자를 통해 모델 출력을 개선하는 기법으로, 인간의 가치 판단을 접목하여 단순 확률적 예측 이상의 질적 향상을 달성하였다 (Ouyang et al., 2022). 또한 실제 현업에서도 AI의 초안 생성 + 전문가의 검수/수정 워크플로우가 활용되고 있는데, 이런 인간이 끼어드는 루프(Human-in-the-loop)의 도입을 통해 자동화 시스템의 정확도와 책임성을 효율적으로 향상시킬 수 있다(Kamar, 2016).

결국 이론적으로도, 무한히 성능을 끌어올릴 수 없는 AI의 한계를 보완하고 실용적 수준의 신뢰도를 확보하기 위해서는 전문 지식을 갖춘 사람의 개입이 필요하다. 인간 전문가의 상식, 맥락 판단, 도메인 경험은 현재의 언어모델이 전적으로 대체하기 어려운 부분이며, 모델의 오류를 바로잡고 결정적 순간에 판단을 유보하는 안전장치로 기능한다. 요약하면, 전문가와 AI의 협업을 통해 각각의 강점을 살리는 하이브리드 접근이 미래 지능형 시스템의 핵심 방향으로 대두되고 있다(Kamar, 2016).

## 2. 커뮤니티 인텔리전스의 개념 및 활용 사례

### 1) 커뮤니티 인텔리전스의 정의와 이론적 배경

커뮤니티 인텔리전스(Community Intelligence)는 공동체 구성원들이 상호 협력하고 정보와 지식을 공유하는 과정에서 개별 역량을 뛰어넘는 집단적 지혜와 문제해결 능력이 발현되는 현상을 말한다. 다시 말해 웹이나 커뮤니티를 매개로 한 상호 작용을 통해 “커뮤니티 전체에 ‘지능’적인 기능이 나타난다”는 개념이다(Luo et al., 2009).

이러한 개념은 집단지성(Collective Intelligence) 이론에 뿌리를 두고 있으며, “여러 개체들이 협력하거나 경쟁하여 얻는 집단적 능력”이라는 집단지성의 정의와 맥을 같이 한다<sup>1)</sup>. 제임스 수로위키(J. Surowiecki)의 저서 「군중의 지혜(The Wisdom of Crowds)」에서 제시된 사례처럼, 다수의 다양한 의견을 종합하면 종종 전문가 한 사람보다도 정확한 의사결정이 가능함이 실험적으로 입증된 바 있다<sup>2)</sup>.

커뮤니티 인텔리전스는 이론적으로 군집 지능(swarm intelligence)이나 “글로벌 브레인” 개념에도 영향을 받았다(Luo et al., 2009). 개미나 벌과 같은 사회적 곤충 집단에서 간단한 개체 행동이 모여 복잡한 문제를 해결하는 군집 행동이 나타나는데, 인간의 커뮤니티에서도 유사하게 개별 구성원의 지식과 아이디어가 모여 집단적 해결책을 도출할 수 있다는 것이다.

이러한 맥락에서 Durkheim의 집합의식이나 Teilhard de Chardin의 집단 정신 개념, 그리고 현대에 Tom Atlee와 George Pór 등이 강조한 “그룹 IQ”와 분산지능의 가치도 커뮤니티 인텔리전스 논의의 철학적 배경이 된다<sup>3)</sup>. Pór는 “인간 공동체가 분화와 통합, 경쟁과 협력과 같은 혁신 메커니즘을 통해 더 높은 차원의 복잡성과 조화를 향해 진화하는 능력”이 곧 집단지성이라고 정의하였는데, 이는 커뮤니티 인텔리전스의 지향점을 잘 보여준다.

커뮤니티 인텔리전스의 핵심 구성 요소로는 (1) 지식을 주고받는 사람들의 네트워크, (2) 이들이 활용하는 매개 플랫폼 또는 미디어, (3) 공유되고 축적되는 지식의 네트워크를 꼽을 수 있다(Luo et al.,

1) 박영조. (2023.06.18.). 왜 공동체에 집단 지성이 필요한가. 기호일보.

<https://www.kihoilbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=1035994>(검색일: 2025.08.18.)

2) 이인식. (2008.07.19.) [Why][이인식의 멋진 과학] 놀라운 ‘대중의 지혜’. 조선일보.

[https://www.chosun.com/site/data/html\\_dir/2008/07/18/2008071800773.html](https://www.chosun.com/site/data/html_dir/2008/07/18/2008071800773.html)(검색일: 2025.08.22.)

3) George Pór, Blog of Collective Intelligence Archived 2 August 2004 at the Wayback Machine.

2009). Luo 등은 인텔리전트 시스템을 “인간 네트워크, 매체 네트워크, 지식 네트워크라는 세 가지 층이 상호 연계된 지식 초(超)네트워크”로 개념화하기도 했다(Luo et al., 2009). 이러한 구조 속에서 시간이 지남에 따라 커뮤니티 구성원의 “아는 지식”(knowing)과 “표현된 지식”(know-ware)이 상호 작용하며 커뮤니티 인텔리전스가 형성·진화해간다고 설명된다(Luo et al., 2009).

관련 이론으로는 시민 지성(civic intelligence) 개념도 주목할 만하다. 예컨대 전 CIA 요원 R. D. Steele은 “모든 시민을 ‘정보 분석 요원’으로 간주하여 공개적으로 이용 가능한 정보만으로 공공 인텔리전스를 만들어내면, 이것이 공직자와 기업 경영진을 감시하고 사회를 개선하는 데 큰 힘이 될 수 있다”고 주장하였다<sup>4)</sup>. 이는 국가 안보 분야의 전통적 인텔리전스 개념을 뒤집어 시민 집단의 지성을 사회문제 해결에 활용하자는 것으로, 커뮤니티 인텔리전스의 민주적 활용 가치를 잘 보여준다.

이처럼 커뮤니티 인텔리전스는 집단지성 이론, 사회자본과 네트워크 이론, 참여 민주주의 이론 등을 아우르는 융합적 개념으로서, 공동체의 지적 역량을 극대화하고 사회문제 해결과 혁신을 이루기 위한 이론적 토대로 발전해왔다.

## 2) 인공지능(AI)과의 융합 가능성

인공지능(AI) 기술의 발전은 커뮤니티 인텔리전스와의 융합을 통해 새로운 “인간-기계 혼합 지능”的 가능성을 열고 있다. AI는 대규모 데이터 처리와 패턴 인식에 뛰어나고, 커뮤니티 인텔리전스는 인간 집단의 창의성과 가치 판단을 담고 있기 때문에, 양자를 결합하면 상호 보완적인 효과를 기대할 수 있다<sup>5)</sup>.

한 가지 방향은 AI가 커뮤니티 인텔리전스를 증폭시키는 것이다. 예를 들어 수만 건의 시민 제안이나 댓글, 토론 기록이 있을 때, 이를 자연어 처리 AI가 분석·요약하여 주요 쟁점과 여론 분포를 도출해줄 수 있다. 실제로 영국의 Nesta와 MIT 등은 온라인 참여 플랫폼의 대화 데이터를 AI로 요약하고 시각화하여, 정책 담당자들이 시민들의 집단 의견을 쉽게 이해하도록 돋는 연구를 진행하고 있다. 또한 대규모 토론에서 중복된 의견 묶기, 새로운 아이디어 추천하기 등을 AI가 도와주면, 참가자들은 방대한 정보를 일일이 읽지 않고도 속의를 이어갈 수 있다. 이런 “의사소통 보조 AI”는 커뮤니티 인텔리전스의 품질과 효율을 높여줄 것으로 기대된다.

반대로 커뮤니티 인텔리전스가 AI를 보완하는 측면도 있다. AI 알고리즘 자체가 편향되거나 윤리적 딜레마를 일으킬 때, 다양한 배경의 커뮤니티 구성원들이 함께 AI의 의사결정을 검토하고 문제점을 지적함으로써 신뢰할 수 있는 AI를 만들 수 있다. 이를테면 알고리즘 편향을 감시하는 시민 심의 패널이나, AI가 만든 결과를 평가하는 크라우드 워커들의 집단 의견이 AI 개선에 반영될 수 있다. AI 개발 회사들은 이미 오픈소스 커뮤니티와 협력하여 AI 모델을 개선하거나, 사용자 집단의 피드백을 통해

4) Steele, Robert David (2002). *The New Craft of Intelligence: Personal, Public, & Political—Citizen's Action Handbook for Fighting Terrorism, Genocide, Disease, Toxic Bombs, & Corruption*. Oakton, Va.: Oss Pr. ISBN 9780971566118.

5) Paolo Venturi. *Community Intelligence*. imminent Translated's Research Center. <https://imminent.translated.com/community-intelligence#:~:text=Secondly%20the%20ability%20to%20reconstruct,with%20them%20new%20meanings.> (검색일: 2025.08.18.)

알고리즘 성능을 높이는 집단 학습 체계를 도입하고 있다.

특히 주목되는 융합 영역은 위기 대응에서의 AI+커뮤니티 인텔리전스이다. 앞서 재난 대응 사례에서 본 것처럼, 방대한 소셜미디어 데이터나 센서 데이터 속에서 유용한 정보를 AI로 걸러내고 분석한 뒤, 이를 지역 커뮤니티의 판단과 결합하면 더 나은 의사결정을 내릴 수 있다. 이러한 접근을 “커뮤니티 위기 인텔리전스(Community Crisis Intelligence)”라고 부르는데, “위기 지역 공동체가 제공하는 크라우드소싱 데이터와 AI 기반 도구를 통합하여 보다 신속하고 협화된 대응을 가능케 하는 접근”으로 정의된다<sup>6)</sup>. 예를 들어 AI가 피해지역 드론 영상을 분석해 어디에 도움이 필요한지 찾아내면, 지역 자원봉사 커뮤니티가 그 정보를 활용해 우선순위를 정하고 행동에 나서는 식이다. 실제로 국제 구호현장에서 이러한 CCI 개념이 도입되어, AI가 지역주민의 목소리를 증폭하고 상황인식을 향상시키는 사례들이 나타나고 있다.

또 다른 가능성은 의사결정 지원 시스템에서의 협업이다. 도시 정책이나 기업 경영에서 복잡한 문제를 풀 때, AI는 방대한 데이터 기반 시뮬레이션과 예측을 제공하고, 커뮤니티는 여러 이해관계자의 지혜와 가치판단을 제공하여, 두 요소를 결합한 “하이브리드 의사결정”을 내리는 것이다. 이를 구현하려면 인터페이스와 프로세스 설계가 중요하다. 예컨대 시민들이 정책 옵션 A, B, C에 대한 의견을 제시하면, AI는 각각의 사회경제적 영향을 예측하여 피드백하고, 시민들은 그 결과를 참고해 재토론을 거쳐 최종 결정을 수렴하는 식이다. 이러한 AI-인간 협력 거버넌스는 아직 초기 단계지만, 소규모 시범에서 긍정적 결과가 보고되고 있다.

### 3) 커뮤니티 인텔리전스 적용 AI 적용 사례

#### ■ 대만의 디지털 민주주의 (The GovLab, 2021)

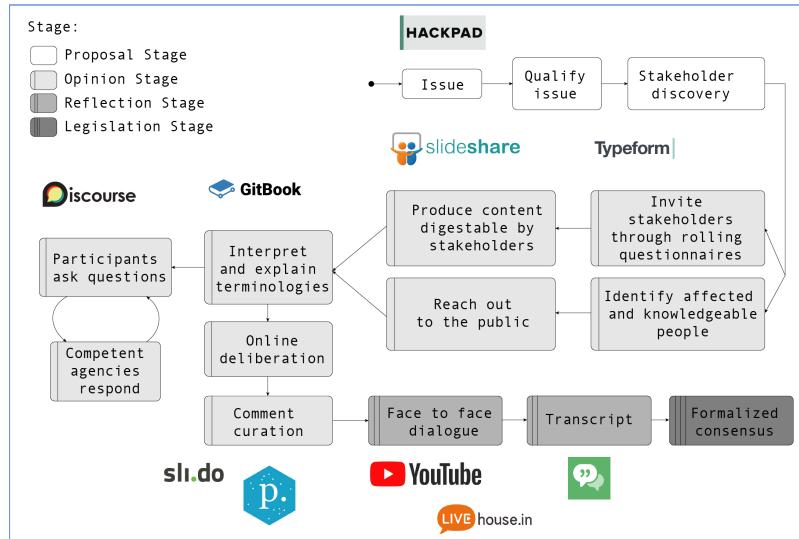
대만 정부는 빠르게 변화하는 기술정책 이슈(예: 우버, 온라인 주류 판매 등)에 대응하기 위해 vTaiwan이라는 군중지성 기반 법률 자문 플랫폼을 개발하였다. 수천 명의 시민·전문가·이해관계자가 온라인 토론과 설문에 참여하고, AI는 합의 문구를 도출하는 데 도움을 준다<sup>7)</sup>.

6) CDAC Network. intelligence: elevating community voices with AI.

[https://www.cdacnetwork.org/news/new-online-course-community-crisis-intelligence-elevating-community-voices-with-ai#:~:text=Community%20crisis%20intelligence%20,making.\(검색일: 2025.08.18.\)](https://www.cdacnetwork.org/news/new-online-course-community-crisis-intelligence-elevating-community-voices-with-ai#:~:text=Community%20crisis%20intelligence%20,making.(검색일: 2025.08.18.))

7) The GovLab. “Tech tools help deepen citizen input in drafting laws abroad and in U.S. states”. Apr 20, 2021.

[https://crowd.law/tech-tools-help-deepen-citizen-input-in-drafting-laws-abroad-and-in-u-s-states-36cc82a22d56.\(검색일: 2025.08.19.\)](https://crowd.law/tech-tools-help-deepen-citizen-input-in-drafting-laws-abroad-and-in-u-s-states-36cc82a22d56.(검색일: 2025.08.19.))



[그림 2-1] vTaiwan의 AI 기반 의견수렴 프로세스

출처 : vTaiwan 홈페이지 <https://info.vtaiwan.tw>(검색일: 2025.08.20.)

vTaiwan에 올라온 사안의 약 80%가 실제 입법이나 규제 조치로 이어졌으며, 디지털 경제를 넘어선 사안에 대해서는 'Join' 플랫폼을 운영해, 시민이 직접 정책 아이디어를 제안하고 투표할 수 있도록 제도화하였다. vTaiwan은 강력한 디지털 인프라(대만은 초고속 인터넷을 인권으로 보장)와 SIM 카드 기반의 신원 인증이 플랫폼의 안전성과 대표성을 보장하고 있으며, AI 기반 툴을 활용하여 방대한 시민 의견을 관리하고, 숙성된 참여 거버넌스 모델을 구현한 사례로 평가되고 있다.

### ■ 브라질의 협업 입법 (Noveck, 2018)

Marco Civil da Internet는 '인터넷 권리장전'으로서 광범위한 온라인 공론을 통해 공동 작성된 법률이다. 브라질에서는 이러한 협업 입법을 위해 Mudamos 앱을 개발하고, 스마트폰과 암호화 기술을 활용하여 시민들이 법안을 직접 제안하고 디지털 서명으로 지지를 모을 수 있게 하였다. 일정 수 이상의 서명을 확보하면 공식적으로 의회에 제출되는 방식이다. 이를 통해 수년 내 80만 건 이상의 다운로드, 다수의 시민 주도 법안 발의가 지역·주·연방 단위에서 이루어졌다.

비록 AI 시스템은 아니지만, 시민을 입법 과정의 직접적인 주체로 참여시키는 커뮤니티 인텔리전스의 전형적인 사례로서 기술만으로는 부족하며, 공무원 교육 및 참여 정치 문화의 정착이 병행되어야 효과적임을 보여준다.

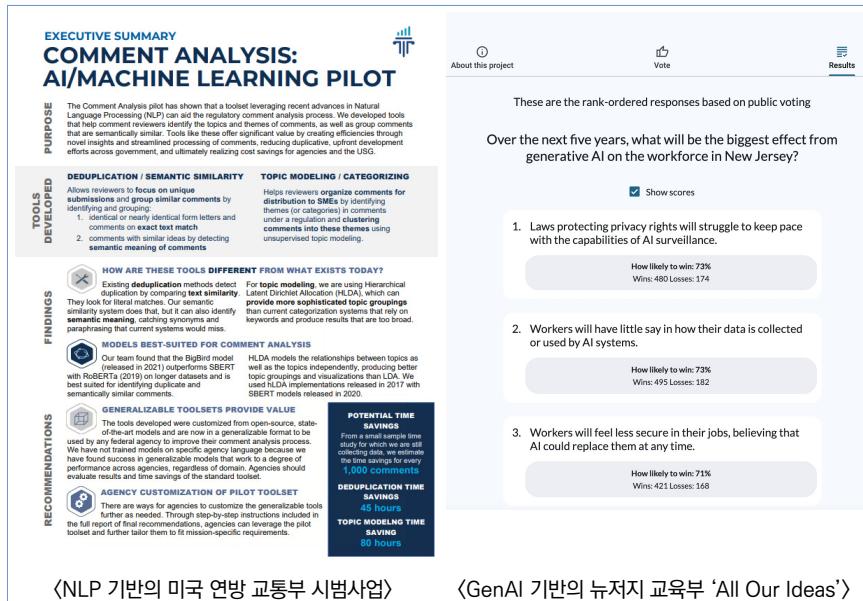
### ■ 미국의 지역 실험 및 분석을 위한 툴<sup>8)</sup>

미국의 연방기관은 법률상 규제 제정 시 공청 의견을 수집해야 하며, 일부 환경규제에는 100만 건 이상의 의견이 제출되기도 한다. 그리하여 AI 활용의 일환으로 교통부 시범사업에서는 NLP 기반의 의

8) [https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGov\\_Foundation?utm\\_source=chatgpt.com](https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGov_Foundation?utm_source=chatgpt.com)(검색일: 2025.08.18.)

견 분류 도구를 활용하여 유사 의견을 군집화하고 핵심 이슈를 추출하였다<sup>9)</sup>.

지방 정부 중에서는 뉴욕시 의회(2015)가 Madison 플랫폼을 활용하여 시민들이 경찰 바디캠 관련 법안에 주석 및 수정안을 제안할 수 있도록 하였으며, 캘리포니아 주 의원은 위키 방식 플랫폼을 통해 법안 아이디어를 시민으로부터 수집한 바 있다<sup>10)</sup>. 뉴저지 교육부(2021)는 'All Our Ideas'라는 간단한 아이디어 순위 매기기 툴을 활용하여 팬데믹 이후 학교 정책 우선순위를 조사하였다<sup>11)</sup>. 이렇듯 미국은 도입 초기 단계에 있으며, 비영리기관(GovLab 등)과 협력해 도입을 시도하는 경우도 많아 제도적 지원 필요성을 보이고 있다.



[그림 2-2] 미국의 지역 실험 및 분석을 위한 툴

출처 : 좌) federal CDO council. 2021. / 우) THEGOVLAB. 2024.

### ■ 핀란드의 크라우드소싱 법 개혁

핀란드는 2013년 오프로드 교통법 개정 실험에서 시민들이 온라인 플랫폼을 통해 직접 규제안을 제안하고 토론하는 방법을 시도하였다. 이후 이 플랫폼을 통하여 국민 청원이 5만 명 이상 동의하면 의회가 반드시 표결하도록 제도화하였다.

Aitamurto와 Landemore(2016)는 이 사례를 분석하며, 온라인 크라우드소싱이 로비에 의존한 기존 입법 과정에서 소외된 목소리를 제도권으로 끌어올 수 있음을 확인하였다<sup>12)</sup>. 이는 시민 제안을 입법 절차에 공식적으로 통합한 사례로 향후 AI 활용을 통해 중복 의견 정리나 참여자 검증 등이 강화될 수 있음을 시사한다.

9) federal CDO council. (2021). IMPLEMENTING FEDERAL-WIDE COMMENT ANALYSIS TOOLS. CDO Council.

10) [https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGov\\_Foundation?utm\\_source=chatgpt.com](https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGov_Foundation?utm_source=chatgpt.com)(검색일: 2025.08.18.)

11) The GovLab. "AI and You: How New Jersey Is Using Collective Intelligence to Get Smarter on AI". July 30, 2024. <https://rebootdemocracy.ai/blog/ai-and-you-all-our-ideas-new-jersey>(검색일: 2025.08.19.)

12) Aitamurto, T., & Landemore, H. (2016). Crowdsourced deliberation: The case of Finland. Journal of Deliberative Democracy, 12(1), 1–15.

### 3. AI 활용 법규 검토 시스템 동향

#### 1) 법규 검토 과정에서의 AI 적용 증대

AI 기술은 법률 분야에 꾸준히 접목되어 왔는데, 초기에는 로펌에서의 법률 조사, 문서 검토, 전자증거 개시(e-discovery)와 같은 업무에 활용되었다<sup>13)</sup>. 공공 부문에서는 AI가 입법 초안 작성 및 정책 검토를 어떻게 지원할 수 있는지에 관심이 모이고 있다.

현대의 AI, 특히 자연어처리(NLP)와 대규모 언어모델(LLM)은 복잡한 법률 텍스트를 신속히 분석하고, 새로운 제안이 기존 법률과 어떻게 충돌하거나 영향을 미치는지 비교하며, 요약이나 단순 초안을 자동으로 생성할 수도 있다. 예컨대, AI 도구는 현재 법안 요약 자동 생성, 새로운 법안이 영향을 미칠 수 있는 기존 법률 식별, 초안 내 용어 일관성 확인 등에 활용되고 있다<sup>14)</sup>. 이러한 기능은 입법 보좌관의 업무 흐름을 단순화하여, 반복적인 교차검토 작업보다는 실질적인 판단에 집중할 수 있도록 돋는다.

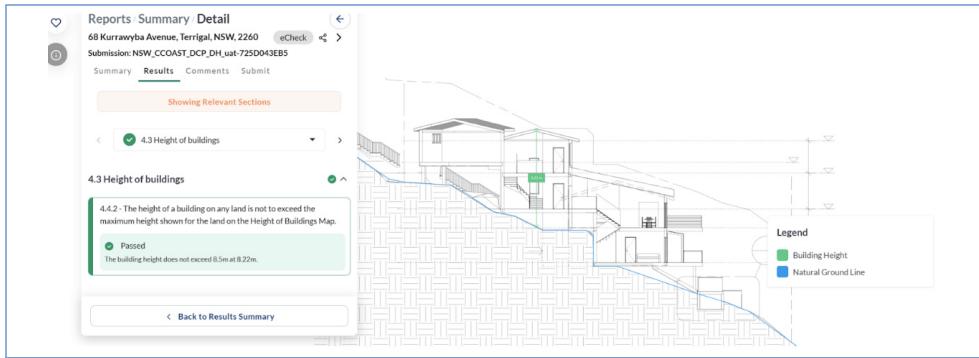
입법 소프트웨어 기업 Propylon은 AI가 입법 연구와 초안 작성 과정을 향상시키며, 맥락적 통찰을 제공하고 수정 제안을 지원한다고 언급한다. 다만, 법률 초안 작성의 완전한 자동화는 가능성이 낮으며, 실제로는 ‘사람-참여(human- in-the-loop) 방식’이 일반적이다. 즉, AI는 동의어 탐색이나 관련 법률 요약과 같은 반복적·분석적 작업을 처리하고, 최종 판단은 인간 전문가가 내린다.

규제 준수(compliance) 또한 AI 기반 검토가 발전하는 또 다른 영역이다. 특히 건축 및 용도지역 규제(zoning regulations)처럼 복잡한 규정 체계가 존재하는 분야에서 두드러진다. AI 시스템은 방대한 코드 텍스트를 학습한 뒤, 제안된 계획이 해당 규정을 충족하는지를 자동으로 확인할 수 있다. 예를 들어, 캘리포니아 주 정부는 한 기술 기업과 협력해 AI 전자허가(e-permitting) 도구를 도입했는데, 이는 건축 계획을 지역 용도지역 및 건축법규와 즉시 대조하여 위반 사항을 자동으로 표시한다. 개빈 뉴스(Gavin Newsom) 주지사는 AI를 인허가 과정에 도입함으로써 수주 혹은 수개월 걸리던 검토 기간을 수 시간 또는 수일로 단축할 수 있으며, 재난 복구와 건설을 신속화 할 수 있다고 강조했다<sup>15)</sup>.

13) Andrea Bucher, (2025). Navigating the Power of Artificial Intelligence in the Legal Field, 62 Hous. L. Rev. 819.

14) Propylon. “Artificial Intelligence in legislative drafting: benefits, pitfalls and regulations”. June 28, 2024. [https://propylon.com/artificial-intelligence-in-legislative-drafting-benefits-pitfalls-and-regulations/#:~:text=2.\(검색일: 2025.08.18.\)](https://propylon.com/artificial-intelligence-in-legislative-drafting-benefits-pitfalls-and-regulations/#:~:text=2.(검색일: 2025.08.18.))

15) Gavin Newsom. (2025.04.30.). “Governor Newsom announces launch of new AI tool to supercharge the approval of building permits and speed recovery from Los Angeles Fires”.



[그림 2-3]캘리포니아 주정부에서 적용한 건축허가 기준 AI 자동화 검증 도구 분석 화면

출처: Gavin Newsom. (2025).

이 도구는 Archistar가 개발했으며, 컴퓨터 비전과 머신러닝을 활용해 디지털 건축 도면을 분석한다. 2025년 로스앤젤레스 당국에 무료로 제공되었으며, 이미 미국, 캐나다, 호주 등 25개 이상의 지방자치단체에서 활용 중이다. 이는 AI가 ‘법률 검토(law review)’에 해당하는 자동화된 코드 준수 검증을 지원하는 흐름을 잘 보여준다. 즉, 제안된 프로젝트나 행위가 법과 규제를 준수하는지를 확인해 주는 것이다. 이러한 도구는 승인 절차를 가속화할 뿐만 아니라 집행의 정확성과 투명성을 높인다.

## 2) 일반 법규 검토를 위한 AI 기반 시스템

### ■ 미국 AVVO Q&A 포럼<sup>16)</sup>

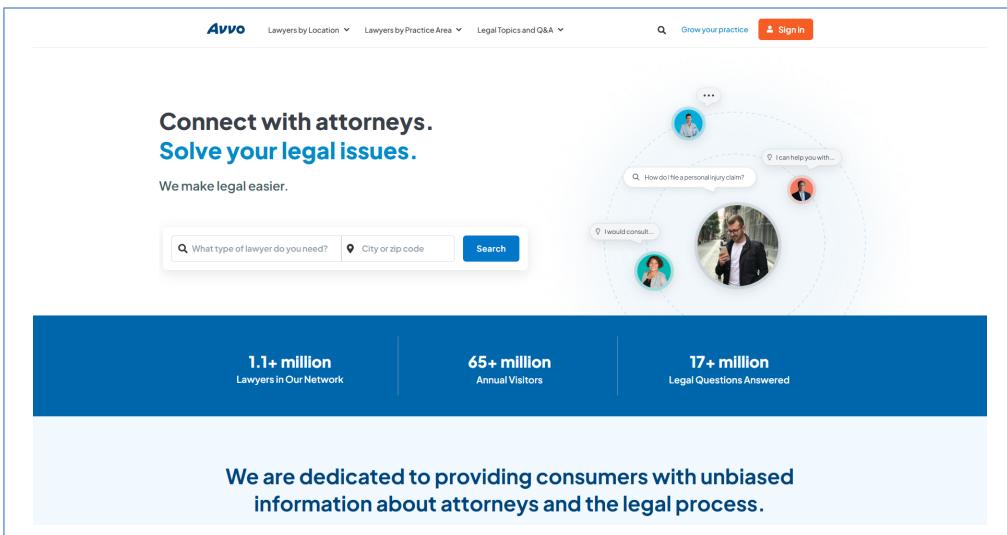
2006년 미국에서 출범한 AVVO Q&A 포럼은 일반 국민이 온라인에서 법률 질문을 제기하면 변호사와 AI 보조 시스템이 답변을 제공하는 방식의 플랫폼으로, 이른바 법률 상담 챗봇(Law Review Chatbot)의 초기 모델로 평가된다. AVVO는 ‘법률 지식의 대중화’라는 가치를 내걸고, 법률 서비스에 대한 높은 비용 장벽과 지역적 제약을 해소하고자 하였다. 당시 미국 내에서도 중소도시나 저소득층이 변호사의 상담을 받기에는 비용과 시간 부담이 커고, 이로 인해 법률 사각지대가 상당 부분 존재하였다. AVVO는 이러한 구조적 문제에 대응하기 위해, 온라인 기반의 개방형 질의응답 시스템을 도입함으로써 법률 서비스 접근성을 혁신적으로 높이고자 했다.

AVVO Q&A 포럼의 운영 방식은 비교적 단순하지만 혁신적이었다. 사용자가 “퇴직금을 제대로 지금 받지 못했을 때 어떤 법적 조치를 취할 수 있는가?”와 같은 질문을 등록하면, 시스템은 해당 질문을 변호사 네트워크에 전달하고, 동시에 자체 AI 알고리즘이 관련 판례와 법령 정보를 검색하여 사용자에게 참고자료를 제공한다. 변호사는 이를 바탕으로 답변을 작성하거나 보완하여 다시 플랫폼에 게시한다. 이 과정에서 다른 사용자들도 해당 질의응답을 열람할 수 있어, 단일한 질문이 다수의 이용자에게

<https://www.gov.ca.gov/2025/04/30/governor-newsom-announces-launch-of-new-ai-tool-to-supercharge-the-approval-of-building-permits-and-speed-recovery-from-los-angeles-fires/#:~:text=%E2%80%9CBringing%20AI%20into%20permitting%20will,through%20red%20tape%20and%20expedite.>(검색일: 2025.08.18.)

16) 미국 AVVO 법률 상담 플랫폼. <https://www.avvo.com>(검색일: 2025.08.20.)

도움이 되는 구조를 형성하였다. 또한 답변의 질을 담보하기 위해 사용자 평가 시스템과 변호사 평판 시스템을 병행 운영하였다. 이는 신뢰성 확보와 동시에 변호사들의 적극적인 참여를 유도하는 장치로 기능하였다.



[그림 2-4] 미국 AVVO 법률 상담 플랫폼 메인 페이지

출처 : 미국 AVVO 법률 상담 플랫폼. <https://www.avvo.com/>(검색일: 2025.08.20.)

#### ■ 경찰청 판례 및 법령 검색 지원 서비스<sup>17)</sup>

2023년 경찰청이 민간 기업 엘박스(Lbox)와 협력하여 판례 및 법령 검색 지원 서비스를 본격 도입하였다. 이는 수사 과정에서 발생하는 방대한 법령 해석 수요를 해결하기 위한 제도적·기술적 대응의 일환으로 추진된 것이다. 기존에는 경찰관이 범죄 사건을 수사하는 과정에서 특정 법률 조항이나 판례를 일일이 찾아야 했고, 특히 신종 범죄나 융합형 범죄(예: 사이버 범죄, 금융범죄, 플랫폼 기반 범죄 등)의 경우 관련 법령이 다양하게 얹혀 있어 신속한 대응이 어려웠다. 이러한 한계는 수사 효율성 저하뿐 아니라 피의자의 권리 보장 및 피해자의 신속한 구제에도 장애로 작용하였다.

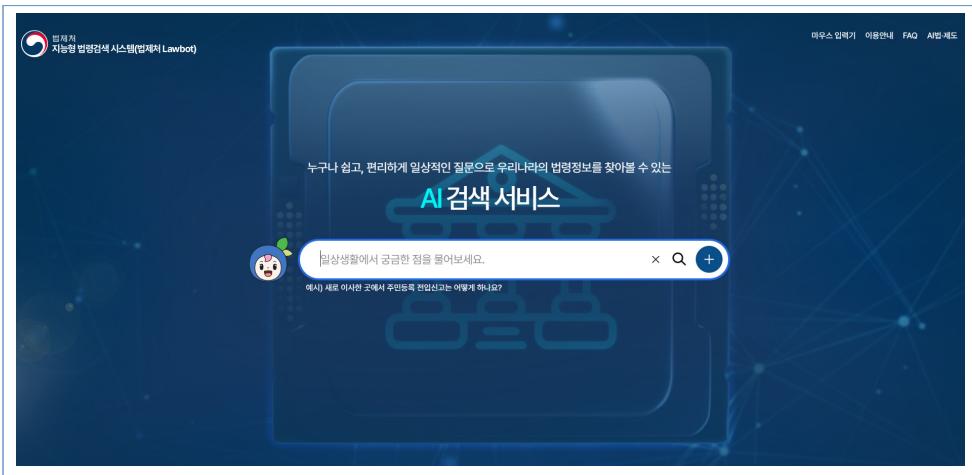
경찰청은 이러한 문제를 해결하기 위해 AI 법률기술을 적극 활용하기로 하고, 엘박스와의 협력을 통해 구축된 서비스는 자연어 기반 법령·판례 검색, 범죄유형별 관련 법령 추천, 유사 사건 판례 자동 제시 기능을 제공한다. 예컨대 경찰관이 “가상화폐 투자사기 관련 적용 법령은 무엇인가?”라는 질의를 입력하면, 시스템은 형법·특정경제범죄 가중처벌 등에 관한 법률·자본시장법 등 관련 법령 조항을 제시하고, 동시에 국내 유사 판례를 자동으로 검색하여 제공한다. 이 과정에서 AI는 단순히 키워드를 매칭하는 수준을 넘어 사건의 맥락을 분석하고, 판례의 유사성을 분류하는 역할을 수행한다.

17) 이순규. (2024.10.28.). [단독] 경찰 수사 업무에 '엘박스 AI' 활용. 법률신문. <https://www.lawtimes.co.kr/news/202433> (검색일: 2025.08.20.)

### ■ 법제처 지능형 법령검색 시스템 ‘Lawbot’<sup>18)</sup>

2024년 개시된 법령 검색 챗봇(Law Chatbot) 서비스는 국민의 법률 접근성을 획기적으로 개선하기 위해 도입된 지능형 AI 기반 법률 정보 제공 체계이다. 그동안 법령 검색은 법제처 국가법령정보센터나 개별 기관의 데이터베이스에 의존하였으나, 전문 용어나 체계적 검색 방식을 모르는 일반 국민에게는 접근성이 낮다는 문제가 꾸준히 제기되어 왔다. 특히 최근 들어 법률 개정이 빈번해지고, 상위법과 하위법 간 충돌, 중앙정부 법령과 지방자치단체 조례 간 불일치가 잦아지면서 법령 해석의 난이도는 더욱 높아졌다. 이에 따라 정부는 국민 누구나 쉽고 직관적으로 법령에 접근할 수 있는 새로운 서비스의 필요성을 절감하게 되었으며, 이러한 사회적 요구가 법령 검색 챗봇의 개발과 도입을 이끌었다.

이 서비스는 자연어 처리(NLP) 기술을 적용하여 사용자가 평이한 질문 형태로 질의하면 즉시 관련 법령 조문, 시행령, 시행규칙, 그리고 연계된 판례 및 행정해석을 제시한다. 예를 들어 “아파트 발코니 확장 시 적용되는 법은 무엇인가?”와 같은 질문을 입력하면, 건축법 및 주택법 관련 조문과 함께 판례, 국토교통부 유권해석 사례까지 연계하여 제공한다. 또한 최신 개정 사항을 실시간 반영할 수 있도록 법제처와 연동된 데이터베이스를 구축하였으며, 질의 의도를 분석하여 단순 법령 조문 나열이 아니라 요약·정리된 형태의 답변을 제시하는 것이 특징이다. 이는 법률 지식이 부족한 일반 국민도 쉽게 이해할 수 있도록 설계된 부분으로, 기존의 법령 검색 서비스 대비 사용자 경험을 크게 향상시켰다.



[그림 2-5]법제처 지능형 법령검색 시스템 ‘Lawbot’ 검색 화면

출처: 법제처 지능형 법령검색 시스템. <https://www.law.go.kr/LSW/aai/main.do>(검색일: 2025.08.20.)

18) 법제처. (2024.12.20.). 인공지능(AI)을 활용한 ‘지능형 법령검색 서비스’가 시작됩니다 [보도자료].

### 3) 건축 분야 법규 검토를 위한 AI 기반 시스템

건축 법규 검토의 자동화 시도는 20여 년 전으로 거슬러 올라간다. 최초의 상용 시스템 중 하나는 2000년 싱가포르에서 도입되었는데, 이는 BIM(Building Information Modeling)을 활용해 전자적으로 건축 도면을 검토하는 방식이었다. 이후 핀란드에서도 유사한 시스템이 개발되었다. 그러나 이러한 1세대 솔루션은 한계가 분명했는데, 주로 비상구 경로, 접근성 요건과 같이 단순한 규정을 확인하는 수준에 머물렀으며, 복잡하거나 모호한 법규 조항을 해석할 능력은 부족했다<sup>19)</sup>. 기술이 발전함에 따라 연구자들은 이러한 도구를 지속적으로 고도화해 왔다.

#### ■ BIM 데이터 기반 미국 건축법령 검토 온라인 플랫폼 ‘UpCodes’<sup>20)</sup>

미국의 UpCodes는 건축법령(Code) 검토와 합규성(compliance) 확인을 지원하는 대표적인 온라인 플랫폼으로, 최근에는 BIM(Building Information Modeling) 데이터와 연계한 AI 기반 법령 검토 시스템을 선보이며 국제적 주목을 받고 있다. 이 서비스의 출발점은 건축사와 엔지니어들이 설계 단계에서 적용 법령을 해석하는 데 소요되는 막대한 시간과 비용을 절감하는 데 있었다. 기존의 법령 검토 방식은 방대한 법령·시행규칙·지방 규정들을 일일이 수작업으로 대조해야 했고, 이 과정에서 오류와 누락이 빈번하게 발생하였다. UpCodes는 이를 자동화하여, 설계 단계에서 발생할 수 있는 규정 위반을 조기에 탐지하고, 허가 전 검토 과정에서 발생하는 리워크(rework) 비용을 최소화하는 것을 목표로 삼고 있다.

UpCodes 시스템은 크게 세 가지 축으로 구성된다. 첫째, UpCodes Copilot은 AI 연구 보조 도구로, 사용자가 자연어로 질문을 입력하면 관련 법령 조항과 주별 개정사항, 판례 및 해석 자료를 연결하여 제시한다. 이는 설계자와 코드 검토자가 방대한 법령 문서 속에서 관련 규정을 신속히 찾아내는 데 유용하며, 단순 검색을 넘어 맥락에 맞는 법적 근거를 제안한다. 둘째, Projects 기능은 특정 프로젝트 단위로 법령을 묶어 관리하고, 외부 설계 데이터를 불러와 규정 적용 여부를 체계적으로 확인할 수 있도록 지원한다. 셋째, Code Calculators는 건축물의 층수, 용도, 연면적 등 입력값을 기반으로 점유 부하, 피난 인원, 위험물량 등 규제 요건을 자동으로 산출한다. 이 기능은 BIM에서 추출한 데이터를 CSV 형태로 업로드하여 활용할 수 있으며, 공간명이나 층, 점유 정보 등 메타데이터를 자동 인식하여 규정 산정 과정에 반영한다.

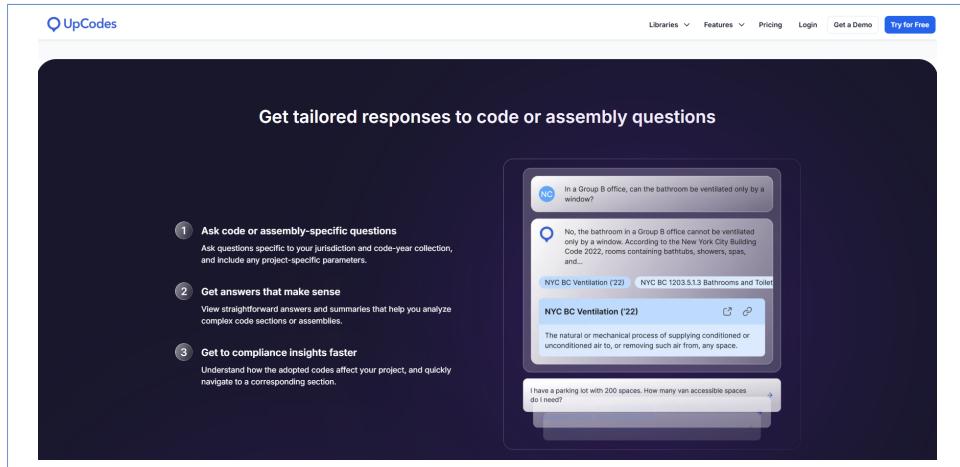
이 시스템의 데이터 기반은 국제코드(ICC I-Codes)와 주별 개정사항을 포함하며, 지속적인 업데이트와 품질 검사를 통해 정확성을 유지하려 노력하고 있다. 다만, 실제 사용자 리뷰에 따르면 주(州) 단위 개정은 충실히 반영되지만, 도시나 카운티 레벨의 지방 조례나 특례는 아직 불완전하다는 지적이 있

19) Nawari Nawari and Rob Christy. “Using AI to Review Construction Plans”. November 14, 2023. Warrington College of Business, University of Florida.

<https://warrington.ufl.edu/due-diligence/2023/11/14/using-ai-to-review-construction-plans/#:~:text=%28BIM%29%20to%20create%203,fire%20egress%20and%20accessibility%20codes.>(검색일: 2025.08.18.)

20) Shu, Catherine. (2018). UpCodes launches Copilot, an AI-based research assistant for building codes. <https://techcrunch.com/2023/05/30/upcodes-copilot-series-a/>(검색일: 2025.12.26.)

다. 따라서 UpCodes는 국가·주 단위 합규성 검토에는 효과적이나, 최종 설계 단계에서는 여전히 인간 전문가가 지방 규정을 보완적으로 검토해야 한다.



[그림 2-6] 미국 건축법령 검토 온라인 플랫폼 'UpCodes' 메인 페이지

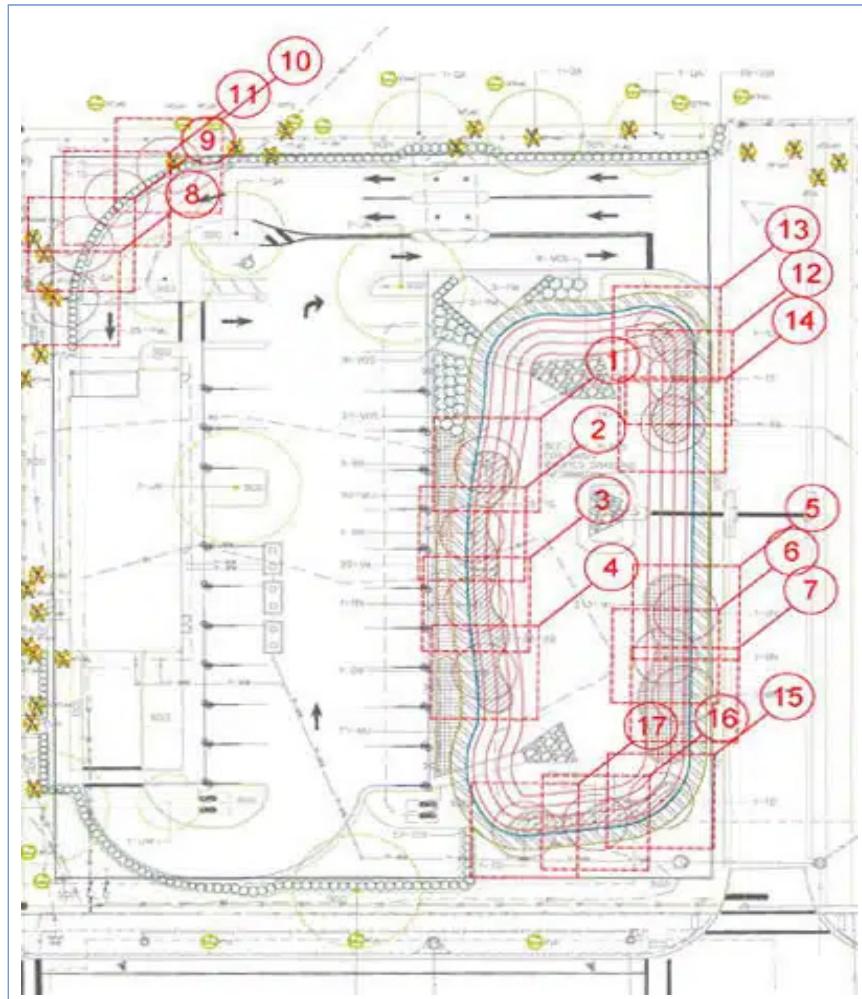
출처: 업코드(UpCodes). <https://up.codes/features/ai>(검색일 : 2025.08.20.)

### ■ 플로리다 건축법규 및 관련 토지개발 규정 검토 시스템 'AutoReview.AI'<sup>21)</sup>

플로리다대학교 출신 스타트업이 2023년에 선보인 AutoReview.AI는 포괄적인 AI 기반 인허가 플랫폼이다. AutoReview.AI의 시스템은 800쪽이 넘는 플로리다 건축법규 및 관련 토지개발 규정 전체를 학습해, 디지털 건축 및 부지 도면이 모든 해당 규정을 준수하는지를 자동으로 검토할 수 있게 했다.

이 시스템은 난간의 높이와 같은 세부 규정뿐 아니라, 통상적으로 인간의 해석이 필요한 주관적이고 유연한 조항까지 분석할 수 있다. 소프트웨어는 의미론적 자연어처리(NLP), 머신러닝, 규칙 기반 알고리즘을 결합해 건축 도면과 문서를 해석하며, CAD, BIM 모델, PDF 등 다양한 형식을 처리해 위반 항목을 항목별로 보고서 형태로 출력한다.

21) Nawari, N. O., & Christy, R. (2023). Using AI to Review Construction Plans. Warrington College of Business, University of Florida. <https://warrington.ufl.edu/due-diligence/2023/11/14/using-ai-to-review-construction-plans/#:~:text=%28BIM%29%20to%20create%203,fire%20egress%20and%20accessibility%20codes.>(검색일: 2025.08.18.)



[그림 2-7]AI 기반 도면 검토 시스템 AutoReview.AI가 표출한 결과 화면

출처 : Nawari Nawari and Rob Christy. (2023).

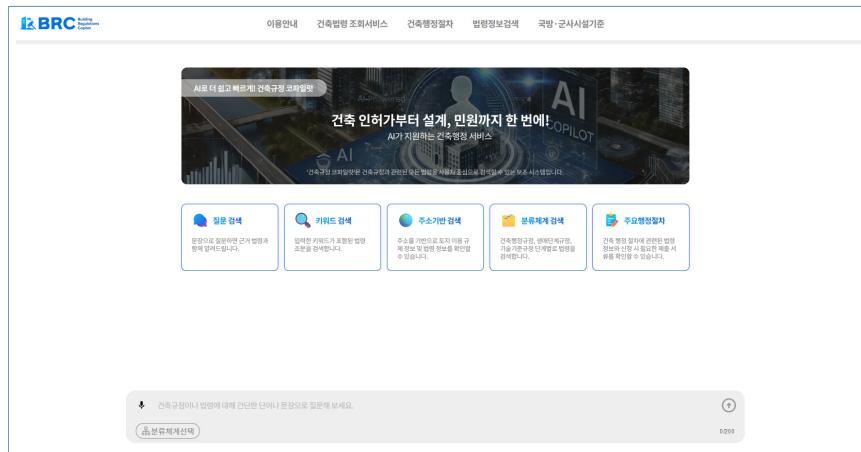
### ■ 스마트 건축규정·법령 검색시스템 ‘건축규정 코파일럿’<sup>22)</sup>

2024년 한국건설기술연구원(KICT)은 설계자와 국민을 위한 건축 규제 자동 검색 및 안내 시스템인 ‘스마트 건축규정 코파일럿 시스템’을 출시하였다. 이 시스템은 건축 설계나 인허가 과정에서 발생하는 복잡한 규정들 보다 쉽게 이해하고 준수할 수 있도록, 사용자 중심으로 설계된 법·기술 기반 플랫폼으로 설명할 수 있다.

이 시스템은 사용자가 문장 형태로 질문을 입력하면, 해당 질문에 근거한 관련 법령, 규정, 행정절차 등을 자동으로 분석하여 응답하는 기능이 있다. 예를 들어 “이 지역에서 층수를 더 높이려면 어떤 규정을 따라야 하나요?”와 같은 질문을 입력하면, 시스템은 해당 법령 및 기술 기준을 기반으로 답변을 제공할 수 있다.

22) 한국건설기술연구원. 건축규정 코파일럿(Building Regulations Copilot). <https://gpt.brcopilot.com/>(검색일: 2025.08.20.)

또한 토지 정보(parcel information)와 실시간 연계하여 사용자가 원하는 위치를 지정하면, 해당 부지에 적용되는 규제 정보와 체크리스트를 자동으로 제공하는 기능도 탑재하고 있다. 예컨대, 대지 위에 건축가능한 규모나 용도 제한, 시행 절차 등을 일괄적으로 조회하고, 필요한 법령과 절차를 맞춤형 시각화된 형태로 안내할 수 있다.



[그림 2-8]스마트 건축규정·법령 검색시스템 ‘건축규정 코파일럿’메인 페이지

출처: 건축규정 코파일럿. <https://gpt.brcopilot.com/>(검색일: 2025.08.20.)

## 4. 동향 조사의 시사점

전 세계적으로 법규 검토 과정에서의 인공지능(AI) 활용이 활발히 확산되고 있다. 미국의 UpCodes나 AutoReview.AI, 캘리포니아주의 AI 기반 인허가 검토 도구는 건축 설계와 인허가 과정에서 방대한 법령과 규정을 신속히 대조하고, 설계 도면의 적합성을 자동으로 판정하는 기능을 제공한다. 이들 사례는 건축 규제의 복잡성을 단축시키는 성과를 보여주지만, 동시에 지방자치단체 조례 반영의 불완전성이나 인간 전문가의 최종 판단 필요성 등 여러 한계를 드러내고 있다.

한국 내에서도 법제처의 지능형 법령검색 서비스(Lawbot), 경찰청-Lbox 협력 판례검색 시스템, 그리고 한국건설기술연구원의 “스마트 건축규정 코파일럿” 등이 도입되면서 AI 기반 법규 검토 서비스가 점차 제도권에 자리 잡고 있다.

이러한 국제적·국내적 흐름 속에서, 건축공간연구원이 개발한 건축법령 해석 지원시스템 ‘ALRIS’는 몇 가지 측면에서 차별적인 의의를 지닌다. 첫째, ALRIS는 단순한 법령 검색 기능을 넘어, 실제 건축 인·허가 민원과 밀접하게 연관된 질의응답 데이터셋을 기반으로 구축되었다는 점에서 현장 친화성이 높다. 기존 시스템이 법령·조례를 기계적으로 검색하거나 문장 기반 매칭에 그치는 반면, ALRIS 건축 민원 처리 과정에서 반복적으로 제기되는 질문과 판례·유권해석을 결합하여 보다 실질적인 답변을 제공한다. 이는 단순히 ‘검색(Search)’을 넘어서 ‘해석(Interpretation)’ 기능을 지향한다는 점에서 큰 차별점이다.

둘째, ALRIS는 한국 건축법 체계의 복잡성과 변동성을 전제로 설계되었다. 건축법은 주택법, 도시계획 관련 법률, 소방법 등 다양한 상위·하위 규정과 맞물려 있으며, 지자체 조례와의 불일치도 빈번하다. 기존의 해외 시스템들이 주(州) 단위나 국가 단위 규정 검토에 집중해 국지적 특례 반영에 한계를 보이는 반면, ALRIS는 이러한 다층적 규범 체계와 충돌 가능성을 분석 대상으로 삼고 있다는 점에서 특화된 성격을 가진다.

셋째, ALRIS는 단순 자동화에 의존하기보다 커뮤니티 지능(community intelligence)을 접목한 구조로의 고도화를 꾀하고 있다. 이는 사용자들이 시스템 답변의 적정성을 평가하거나 대안을 제시함으로써, AI가 제시한 해석이 전문가와 이용자의 피드백을 통해 지속적으로 보정되는 체계를 의미한다. 해외의 AVVO Q&A나 Lawbot이 일방향 정보 제공에 가까운 데 비해, Archilaw는 쌍방향적이고 축적형 학습 시스템으로 발전할 수 있다는 가능성을 내포한다.

## 제3장

# 인공지능 건축법령 시스템 (ALRIS) 개선방향

1. 기존 시스템(Archilaw V2)의 특성과 한계
2. 신규 시스템(ALRIS V1) 개발 방향

# 1. 기존 시스템(Archilaw V2)의 특성과 한계

## 1) Archilaw V2 개요

Archilaw V2는 건축법령 해석에 특화된 고도화된 RAG(Retrieval-Augmented Generation) 기반 시스템이다. 이 시스템은 법령 및 행정규칙 조문 데이터에 대한 정교한 구조화, 관련 법령 링크 구축을 위한 특화된 전처리 프로세스를 활용하며, 기존 질의응답 및 법제처 유권해석, 공공건축 지원센터 FAQ 등 다양한 사례 데이터와 연계한 법령 해석 및 법규 변동사항 자동 판별 기능을 통해 매우 높은 수준의 정확도와 유용성을 달성하였다. Archilaw V2는 대규모 언어모델 및 벡터 데이터베이스 기술을 활용하여 구축되었으며, 다음과 같은 핵심 구성 요소들로 이루어져 있다.

### ■ 고도화된 지식 저장소 구축

시스템은 건축법, 건축기준법, 도시계획법 등 건축 관련 법령 전문에 대한 정교한 구조화 작업을 수행한다. 법령 및 행정규칙 조문 데이터는 조문 간의 상호 참조 관계, 상하위 법령 체계, 개정 이력 등을 포괄하는 특화된 전처리 프로세스를 거쳐 구조화된다. 또한 정부 부처의 법령 질의응답 사례, 법제처 유권해석, 공공건축 지원센터 FAQ 등의 고품질 근거 자료를 연계하여 실무적 적용성을 높인 종합적 지식베이스를 구축한다. 이러한 구조화된 데이터는 벡터 임베딩 기술과 그래프 데이터베이스를 통해 의미적 유사성과 법령 간 관계성을 동시에 고려한 효율적인 검색이 가능하도록 설계되었다.

### ■ 지능형 검색 메커니즘

사용자가 질문을 입력하면, 시스템은 건축법령 도메인에 특화된 검색 알고리즘을 통해 관련 정보를 탐색한다. 단순한 키워드 매칭을 넘어서 의미적 유사성 분석과 법령 구조적 관계를 동시에 고려한 하이브리드 검색을 수행한다. 특히 관련 법령 링크 구축을 위한 특화된 전처리를 통해 조문 간 상호 참조, 상위법-하위법 관계, 개정 전후 조문 연관성 등을 파악하여 포괄적인 검색 결과를 제공한다. 또한 법규 변동사항 자동 판별 기능을 통해 최신 개정 내용과 기존 조문 간의 변화를 실시간으로 추적하여 검색 결과에 반영한다.

## ■ 구조화된 답변 생성 프로세스

검색된 관련 정보는 건축법령 해석에 특화된 대규모 언어 모델(LLM)에 컨텍스트로 제공된다. 시스템은 정부 부처의 법령 질의응답 사례, 법제처 유권해석, 공공건축 지원센터 FAQ 등의 고품질 근거 자료를 활용하여 일관성 있고 실무적으로 적용 가능한 답변을 생성한다. 이 과정에서 관련 법령 조항의 정확한 인용, 상위법과 하위법의 관계 설명, 최신 개정 내용 반영, 유사한 질의응답 사례의 해석례 제시 등이 포함된 종합적이고 신뢰성 높은 답변이 생성된다. 특히 법규 변동사항 자동 판별 기능을 통해 답변에 포함된 법령 정보의 최신성을 보장한다.

## 2) 주요 특징 및 장점

### ■ 건축법령 특화된 고도화된 처리 구조

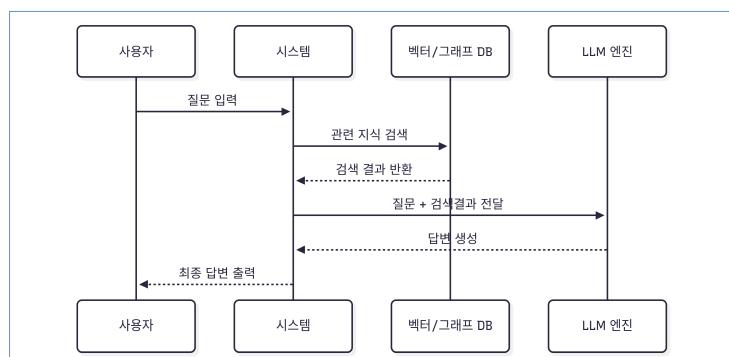
Archilaw V2는 건축법령 해석에 특화된 정교한 처리 구조를 통해 높은 정확도와 신뢰성을 달성한다. 사용자 질문 입력 → 도메인 특화 검색 → 해석 사례 연계 → 전문화된 답변 생성이라는 프로세스를 통해 법령 해석의 복잡성을 효과적으로 처리한다. 특화된 전처리 프로세스와 법규 변동사항 자동 판별 기능이 통합되어 시스템의 신뢰성과 최신성을 보장한다.

### ■ 다차원적 법령 정보 통합

시스템은 법령 및 행정규칙 조문의 정교한 구조화뿐만 아니라 정부 부처의 법령 질의응답 사례, 법제처 유권해석, 공공건축 지원센터 FAQ 등 다양한 고품질 근거 자료를 통합하여 포괄적인 법령 자문을 제공한다. 조문 간 상호 참조 관계, 상하위 법령 체계, 개정 이력 등을 고려한 관계형 검색을 통해 단편적 정보 제공을 넘어선 종합적 법령 해석이 가능하다.

### ■ 법규 변동 추적 및 최신성 보장

법규 변동사항 자동 판별 기능을 통해 법령 개정 내용을 실시간으로 추적하고 이를 검색 및 답변 생성 과정에 즉시 반영한다. 이는 건축법령의 빈번한 개정에 대응하여 항상 최신의 정확한 법령 정보를 제공할 수 있게 하는 핵심 기능이다.



[그림 3-1] Archilaw V2 작동 프로세스

출처 : 연구진 작성

### 3) 시스템의 한계점 및 개선 필요 사항

#### ■ 대화 맥락 관리의 부재

Archilaw V2의 가장 큰 한계는 각 질문을 독립적으로 처리하며, 질의응답에 대한 맥락 관리를 하지 못한다는 점이다. 사용자가 연속적으로 관련된 질문을 하거나 이전 답변에 대한 추가 질문을 할 경우, 시스템은 이전 대화 내용을 기억하지 못하고 매번 새로운 질문으로 인식하여 처리한다. 이로 인해 사용자는 동일한 맥락 정보를 반복적으로 제공해야 하며, 자연스러운 대화형 상호작용이 제한된다.

#### ■ 답변 품질 검증 체계 부족

생성된 답변에 대한 자동화된 품질 검증이나 정확성 평가 메커니즘이 부재하여, 잘못된 정보나 부정확한 해석이 포함된 답변이 제공될 가능성이 존재한다. 또한 사용자 피드백을 수집하고 이를 시스템 개선에 반영하는 체계적인 프로세스가 없어 지속적인 품질 향상이 어렵다.

#### ■ 정적 지식베이스의 한계

시스템의 지식베이스는 초기 구축 시점의 정보에 의존하며, 새로운 법령 개정이나 정부 부처 질의응답 사례 축적에 대한 동적 업데이트 기능이 제한적이다. 건축법령은 지속적으로 개정되고 새로운 해석례가 축적되는 분야이므로, 이러한 정적 특성은 시스템의 실용성을 저해하는 요소가 된다.

#### ■ 사용자 의도에 대한 대응 부족

Archilaw V2는 기본적으로 건축법령과 무관한 질문이나 부적절한 내용의 질의를 회피하는 코드를 내장하고 있지만, 질의 해석 이전에 무조건적인 검색 기능 호출로 인해 시스템 자원이 낭비되거나, 부적절한 질문에도 답변을 출력할 가능성이 있다. 이는 시스템의 신뢰성 및 작동 안정성을 저해할 수 있는 요소로 개선이 필요하다.

## 2. 신규 시스템(ALRIS V1) 개발 방향

ALRIS(AI Legal and Regulatory Intelligence System)는 Archilaw V2의 구조적 한계를 극복하고 차세대 건축법령 인공지능 서비스를 구현하기 위해 새로 개발된 시스템이다. 새로운 시스템은 기존 시스템의 자료 구조와 검색 로직을 계승하고 있지만 시스템 아키텍처의 근본적인 재설계가 이루어졌기 때문에 새로운 시스템 명칭(ALRIS)을 부여했다.

이 시스템은 단순한 검색-답변 구조를 넘어서 지능적인 대화 관리, 품질 보증, 지속적 학습 능력을 갖춘 종합적인 건축 법령 정보 플랫폼을 지향한다.

### 1) 시스템 아키텍처 및 주요 개선 사항

ALRIS는 시스템 복잡도 증가에 따라 기존의 기능들을 에이전트화하여 보다 유연한 질의-응답 프로세스 구현이 가능하도록 개발된 에이전트 기반 구조를 도입하였다. 가드레일, 플래너, 검색기, 보고서 작성기, 운영지식 관리자 등의 기능별 에이전트들이 시스템 데이터베이스, 사용자 입력, 외부 API 등과 유기적으로 연계하여 비동기적으로 각자의 임무를 수행한다.

#### ① 에이전트 기반 협업 처리 시스템

ALRIS로의 시스템 개편 과정에서 가장 큰 변화 중의 하나는 각 기능을 독립적인 Agent로 구현하여 유연하고 확장 가능한 시스템 아키텍처로의 전환이 이루어진 것이다. 각 Agent는 특화된 역할을 수행하면서 다른 Agent들과 비동기적으로 협업한다.

#### ■ 가드레일(Guardrail)

가드레일은 입력된 질문의 적절성과 관련성을 사전 평가하는 전담 에이전트이다. LLM 기반의 분류 모델을 활용하여 질문이 건축법령 영역에 속하는지, 유해하거나 부적절한 내용을 포함하는지를 자동으로 판단한다. 특히 사용자의 질문 의도를 정확히 분석하여 단순한 규정 설명 요청인지, 특정 상황에 대한 법적 해석 요청인지, 실무적 적용 가이드 요청인지를 구분하고, 멀티 턴 대화 세션 관리를 위한 의도 분류 및 후속 작업 지시를 담당한다.

### ■ 플래너(Planning Agent)

플래너는 사용자의 원본 질문을 대화 맥락과 건축법령 도메인 특성을 고려하여 최적화된 검색 쿼리로 재구성하는 역할을 담당한다. 현재 질문과 이전 대화 히스토리 간의 연관성을 분석하고, 사용자 쿼리를 검색 및 답변 생성이 용이한 형태로 재작성한다.

### ■ 검색기(Retriever Agent)

최적화된 검색 쿼리를 바탕으로 벡터/그래프 DB에서 관련 건축법령 정보를 검색하는 전담 에이전트이다. 시스템 데이터베이스와 직접 연계하여 정보 검색을 수행한다.

### ■ 보고서 작성기(Response Writer)

검색된 정보를 바탕으로 사용자의 질문에 대한 최종 답변을 생성하는 역할을 담당한다. 대규모 언어 모델을 활용하여 법령 조항의 인용, 관련 질의응답 사례 및 유권해석의 제시, 실무적 해석 등이 포함된 종합적인 답변을 생성한다.

### ■ 운영지식 관리자(Knowledge Manager)

비동기적으로 작동하는 지식 관리 전담 에이전트이다. 대화 로그 분석, 지식 추출, 템플릿 생성, 전문가 검토 프로세스 관리 등을 통해 시스템의 지속적 학습과 지식베이스 업데이트를 담당한다.

### ■ 대화 히스토리 관리 시스템

ALRIS는 사용자와의 모든 상호작용을 체계적으로 기록하고 관리하는 대화 히스토리 시스템을 도입하였다. 이 시스템은 단순한 질문-답변 쌍의 저장을 넘어서 대화의 의미적 구조, 사용자의 관심 영역, 질문의 복잡성 수준 등을 분석하여 개인화된 서비스 제공의 기반을 마련한다. 대화 히스토리는 세션 단위로 관리되며, 사용자가 새로운 주제로 전환하거나 명시적으로 새로운 대화를 시작한다고 표현할 경우 자동으로 새로운 세션을 생성한다. 이를 통해 각각의 질의응답이 유의미한 맥락을 유지할 수 있도록 보장한다.

## ② 동적 지식 관리 및 지속적 학습 체계

ALRIS는 질의 응답 시스템과 별도로, 비동기적으로 운영되는 지식 사이클 루프를 구축하여 운영한다. 이 시스템은 사용자와의 모든 상호작용을 분석하여 새로운 지식 패턴을 발견하고, 이를 전문가의 검토를 거쳐 시스템의 지식베이스에 반영하는 지속적 학습 메커니즘을 구현한다.

대화 로그 분석: 모든 사용자 질문과 시스템 답변은 익명화 처리 후 분석 대상이 되며, 빈번하게 제기되는 질문 유형, 답변의 정확성, 사용자 만족도 등이 체계적으로 평가된다.

지식 추출 및 템플릿 생성: AI 에이전트가 대화 로그에서 새로운 지식 패턴을 추출하고, 이를 표준화된 지식 템플릿 형태로 구조화한다. 이 과정에서 새로운 법령 해석 사례, 실무적 적용 방안, 자주 묻는 질문에 대한 표준 답변 등이 자동으로 생성된다.

전문가 검토 프로세스: 자동 생성된 지식 템플릿은 건축법령 전문가의 검토를 거쳐 승인 또는 반려 처리된다. 승인된 템플릿만이 시스템의 공식 지식베이스에 통합되어 향후 답변 생성에 활용된다.

지식베이스 업데이트: 검증된 지식 템플릿은 기존 지식베이스와 통합되어 시스템의 답변 품질과 정확성을 지속적으로 향상시킨다.

### ③ 사용자 경험 및 서비스 품질 개선

AlRIS는 기술적 진보뿐만 아니라 사용자 경험의 질적 향상을 위한 다양한 혁신을 도입하고 있다. 자연스러운 대화형 인터페이스, 개인화된 서비스 제공, 실시간 피드백 수집 등을 통해 전문적이면서도 접근하기 쉬운 건축 법령 서비스를 구현한다.

시스템은 사용자의 질문 의도를 자동으로 분석하여 답변의 형태와 내용을 최적화한다. 단순한 규정 설명을 요구하는 질문에는 명확하고 간결한 조문 해설을 제공하고, 특정 상황에 대한 법적 해석을 요구하는 질문에는 관련 질의응답 사례와 유권해석을 포함한 종합적 분석을 제공한다. 또한 실무적 적용을 위한 질문에는 구체적인 절차와 체크리스트를 중심으로 한 실용적 가이드를 우선적으로 제공한다.

## 2) 하이브리드 인텔리전스 전략: 운영 지식의 생성 및 활용

Retrieval-Augmented Generation(RAG) 기반 법령 해석 시스템의 품질 향상을 위해, 사용자 상호작용 중 생성되는 메타 정보(이하 "운영 지식")를 자동 축적하고, 전문가 검토를 거쳐 장기 메모리로 전환하는 방식이 주목받고 있다. 이러한 운영 지식은 조문에 대한 주석, 질문 해결에 필요한 참조 자료 간 연관성, 상충 정보 탐지 등 다양한 형태로 유형화될 수 있으며, 이들에 대한 구조적 저장 및 관리 방식은 법률 인공지능 시스템의 응답 품질 및 지속적 학습 능력 확보에 핵심적인 역할을 수행한다.

### ① 운영 지식의 개념

운영 지식은 RAG 시스템 또는 대화형 LLM 기반 시스템의 작동 과정 전반에서 점진적으로 축적되는 실천적 지식(practical knowledge)으로 정의할 수 있다. 이는 사전에 정의된 정적 지식(static knowledge)과 달리, 특정 조직 또는 도메인에서의 상호작용, 문제 해결, 규칙 적용, 사용자 피드백을 통해 생성되는 동태적 지식이며, 시스템이 장기적으로 활용할 수 있는 자산으로 축적 가능하다(Zhao et al., 2024; ScreenSteps, 2023).

Endo(2025)는 RAG 시스템에서의 운영 지식을 "작업 수행의 맥락을 형성하는 실무 중심의 정보 계층"으로 정의하며, 이는 공식 문서에 기록되지 않은 프로젝트 히스토리, 회의 기록, 의사결정의 배경 등을

포함한다고 분석한다. 실제 사례로 Postlmayr(2025)는 제조 현장에서 RAG 시스템이 기술 매뉴얼, 안전 프로토콜, ERP 기록 등을 통합하여 운영 지식으로 전환함으로써 현장 직원과 관리자 모두의 응답 품질을 향상시킨 사례를 소개한다.

지식경영(Knowledge Management) 문헌에서는 운영 지식을 주로 암묵지(tacit knowledge)의 형태로 간주한다. 이는 조직 내부에서 반복적으로 축적된 업무 노하우, 비공식적 절차, 작업 요령 등을 포함하며, 경험 많은 인력에 의해 구두로 전승되거나 습관화되어 있다(Richter et al., 2025). 이러한 지식은 공식 문서화되지 않으면 이직, 퇴사 등의 상황에서 쉽게 손실될 수 있기 때문에, KM 체계에서는 운영 지식을 명시지(explicit knowledge)로 전환하고 시스템화하려는 노력이 강조된다.

## ② 인공지능 법령 시스템 관점에서의 운영 지식 유형

법령 해석 RAG 시스템에서 운영 지식은 크게 세 가지 유형으로 분류될 수 있다. 첫째는 법조문 해석 주석(annotation for law articles), 둘째는 자료 간 은밀한 관계(hidden relationships among reference data), 셋째는 자료 간 상충 탐지(conflict among reference data)이다. 각 유형은 시스템의 응답 품질 향상에 서로 다른 방식으로 기여하며, 구현 방법론 역시 차별화된다.

첫 번째 유형인 법조문 해석 주석은 조문에 대한 보충적 설명, 판례 연계, 숨겨진 적용 요건 등을 포함하며, 인간 전문가가 해석서에서 제공하는 논의 구조를 자동화된 방식으로 구현하고자 한다. 예컨대 ATRIE 시스템은 법리 해석을 LLM이 수행하도록 유도하며, 법률 개념에 대한 설명문을 생성하는 프레임워크를 제안하였다(Gretel.ai, 2023). 해당 시스템은 도그마틱한 법리 서술을 자동화하고자 하며, 생성된 주석의 포괄성과 가독성 측면에서 인간 전문가 수준에 근접한 결과를 보였다. 그러나 법령 해석 RAG 시스템에서는 질의응답 사례 자체가 이미 조문에 대한 해석 주석 역할을 수행하고 있으므로, 추가적인 주석 생성보다는 기존 사례의 재활용이 효율적이다.

두 번째 유형은 질문 해결에 반드시 참조되어야 하는 조항이나 자료 간의 은밀한 관계를 포착하는 것이다. 지식 그래프 기반 RAG(Graph-RAG) 접근은 법령 간 인용 구조, 조문 간 선후 관계, 위계 구조 (예: 헌법-법률-시행령) 등을 노드와 엣지로 모델링하며, 검색 시 관련 조항을 연쇄적으로 불러올 수 있도록 한다(Sun et al., 2023). 법률 온톨로지를 활용한 연구(Fawei et al., 2019)는 형법 영역에서 반자동 추출된 개념 및 규정 간 관계를 통해 관련 법 조항들을 계통적으로 제시하는 접근을 보여주며, 이는 IRAC(문제-규칙-분석-결론) 구조에 기반한 체계적 법률 추론과 유사한 맥락으로 해석된다. 이러한 자료 간 관계 포착은 검색 품질을 획기적으로 개선할 수 있는 핵심 운영 지식이다.

세 번째 유형은 참조 자료 간 상충 내용을 탐지하고 정리하는 운영 지식이다. 최근 Gokul et al.(2025)은 RAG 문맥 내에서 상충되는 정보를 탐지하는 과제를 다루며, GPT-4와 같은 LLM 조차도 복잡한 문헌 간 모순 탐지에는 한계를 보인다고 지적한다. 이들은 자연어 추론(NLI)을 통해 문서 간 상충 여부를 판단하는 실험을 진행하였으나, 정밀도 측면에서 랜덤 추정 수준을 상회하지 못하는 사례가 다수 존재하였다. 따라서 현재로서는 충돌 가능성성이 높은 조문 세트를 사전에 분류하거나, 논리 기반 규칙 검증 체계를 보완적으로 도입하는 방식이 제안된다. 상충 탐지는 법령 개정, 시행일자 차이, 상위법-하

위법 간 모순 등 법률 도메인 특유의 복잡성을 다루어야 하므로, 도메인 전문 지식과 자동화 기술의 결합이 필수적이다.

이러한 운영 지식의 자동 생성과 장기 메모리화에는 Human-in-the-Loop(HITL) 기반의 전문가 검토 체계가 필수적이다. Solomonic 사례처럼 경험 많은 전문가 집단이 AI의 초기 결과를 감수하는 형태는 법률 분야에서 응답의 신뢰성과 책임성을 확보하기 위한 최소 조건으로 간주된다(Solomonic, 2024). 특히 반자동 온톨로지 구축(Fawei et al., 2019)과 같은 구조에서는 최종 검수 단계를 통한 고품질 지식 자산 축적이 전체 시스템의 성능을 좌우한다.

### ③ AlRIS 시스템의 운영 지식 관리 구현 방향

AlRIS 시스템에서 운영 지식은 Guideline 프레임워크를 통해 관리될 수 있다. 법조문 해석 주석은 앞서 언급한 바와 같이 질의응답 사례가 이미 수행하고 있으므로, 구현의 초점은 자료 간 숨겨진 관계와 자료 간 상충 탐지에 집중된다. 이 두 가지 유형의 운영 지식은 생성-검토-활용의 3단계 라이프사이클을 따르는 구조로 설계될 수 있다.

운영 지식은 특정 상황에서 어떤 법 조문들과 판례·사례들을 함께 고려해야 하는지, 그리고 그 해석 방향이 무엇인지를 담는다. 자료 간 관계는 자료 간 상충이든, 본질적으로는 모두 "특정 상황에서 법령을 어떻게 적용할 것인가"에 대한 암묵적 지침이다. 따라서 별도의 유형 구분 없이 단일한 구조로 표현할 수 있다.

운영 지식 항목은 다음의 속성으로 구성된다. 질문(question)은 해당 운영 지식이 발견된 사용자 질의를 저장하고, 가이드라인 텍스트(guideline\_text)는 상황 설명과 법령 해석 방향을 자연어로 서술한다. 핵심 포인트(key\_points)는 가이드라인의 주요 사항을 목록으로 정리하며, 검색 전략 권고사항(search\_strategy\_recommendation)은 이 운영 지식을 활용하는 구체적 방법을 제시한다.

연계 조문 목록(linked\_article\_keys)은 함께 고려되어야 하는 법 조문들의 키값을 저장하고, 연계 사례 목록(linked\_ref\_cases)은 관련 판례나 해석사례들의 키값을 저장한다. 이를 통해 해당 조문들이나 사례들이 검색될 때 관련 운영 지식을 조회하고, 운영 지식에 명시된 다른 자료들을 자동으로 참조할 수 있다. 활성화 여부(is\_active)와 검토 이력(expert\_review\_result)은 전문가 검토 상태를 나타낸다.

예를 들어, 건축법 제61조와 시행령의 관계는 `{linked_article_keys: ["건축법_제61조", "건축법시행령_제86조"], linked_ref_cases: [], guideline_text: "일조권 규정 적용 시 건축법 제61조와 시행령 제86조를 함께 검토해야 하며, 지역별 원화 규정이 있는 경우 해당 지자체 조례를 추가 확인해야 함"}`으로 표현될 수 있다. 개정 법령의 적용은 `{linked_article_keys: ["건축법_제56조_20221117", "건축법_제56조_20230117"], linked_ref_cases: ["해석사례_2023_045"], guideline_text: "건축법 제56조는 2023.1.17 개정되었으며, 질문에 명시된 시점이 없는 한 현행법(2023.1.17 이후) 기준으로 우선 적용함"}`으로 표현될 수 있다. 이러한 단순하고 통일된 구조는 시스템의 복잡도를 낮추고 유지보수를 용이하게 한다.

### ■ 1단계: 운영 지식 후보 자동 생성

운영 지식 후보는 질의응답 과정에서 특정 패턴이 감지될 때 자동으로 생성된다. 답변 생성 시 서로 다른 법령이나 조문이 반복적으로 함께 참조되거나, 법-시행령-시행규칙의 위계 관계가 명확히 드러나거나, 검색된 자료 간 인용 관계가 발견될 때 생성된다. 또한 동일 주제에 대해 서로 다른 내용의 법령이 검색되거나, 법령 시행일자가 다른 버전이 공존하거나, 특정 판례와 법령이 함께 참조되어야 하는 패턴이 발견될 때도 생성된다.

생성 방법은 LLM 기반 자동 감지와 규칙 기반 자동 감지의 두 가지 접근을 병행할 수 있다. LLM 기반 접근은 질의응답 완료 후 전체 맥락을 분석하여 운영 지식 생성 가능성 여부와 구체적인 가이드라인 내용을 도출한다. 규칙 기반 접근은 참조 문서의 메타데이터(ref\_type, source 등)를 분석하여 명시적 패턴을 감지한다. 예를 들어, RefType이 LAW인 문서와 같은 법률명을 가진 시행령 문서가 함께 검색되었을 경우, 법-시행령 연계 운영 지식을 자동으로 생성한다. 또는 동일한 조문 키를 가지지만 시행 일자가 다른 문서가 발견되면, 개정 법령 적용에 대한 운영 지식을 자동으로 생성한다.

자동 생성된 후보는 데이터베이스에 저장되며, 이때 is\_active 필드는 False로 설정되어 비활성 상태를 유지하고 전문가 검토를 기다린다.

### ■ 2단계: 전문가 검토

전문가 검토는 Human-in-the-Loop 방식으로 진행된다. 전문가는 가이드라인 내용의 법률적 정확성, 연계된 조문과 사례의 타당성, 검색 전략의 실무 적용 가능성, 핵심 포인트의 완전성 등을 검토한다.

검토 결과는 승인(APPROVED), 수정 요청(NEEDS\_REVISION), 거부(REJECTED)로 구분되어 기록된다. 승인될 경우 is\_active가 자동으로 True로 전환되어 즉시 시스템에서 활용 가능하게 된다. 수정 요청의 경우 is\_active는 False를 유지하며, 코멘트에 명시된 수정 사항을 반영한 후 재검토를 거친다. 거부된 후보는 삭제되거나 보관 상태로 전환된다. 이러한 검토 체계는 법률 분야에서 요구되는 높은 수준의 신뢰성과 책임성을 확보하기 위한 핵심 메커니즘이다.

### ■ 3단계: 승인된 운영 지식 활용

승인된 운영 지식은 검색 단계와 답변 생성 단계에서 활용된다. 검색 단계에서는 초기 검색 결과에서 조문 키와 사례 키를 추출하고, 해당 키가 운영 지식의 linked\_article\_keys 또는 linked\_ref\_cases에 포함된 경우 관련 운영 지식을 조회한다.

운영 지식이 조회되면, linked\_article\_keys와 linked\_ref\_cases에 명시된 다른 자료들을 자동으로 검색 결과에 추가한다. 예를 들어, 건축법 제61조가 검색되었고, linked\_article\_keys에 ["건축법\_제61조", "건축법시행령\_제86조"]를 포함하는 운영 지식이 있다면, 시행령 조문을 자동으로 검색 결과에 추가한다. 또한 linked\_ref\_cases에 관련 판례나 해석사례가 포함되어 있다면 이들도 함께 검색 결과에 포함시킨다. 이는 Graph-RAG에서 제안하는 연쇄적 검색과 유사한 효과를 제공하며, 사용자

가 명시적으로 요청하지 않아도 관련 법령과 사례를 종합적으로 제공할 수 있게 한다.

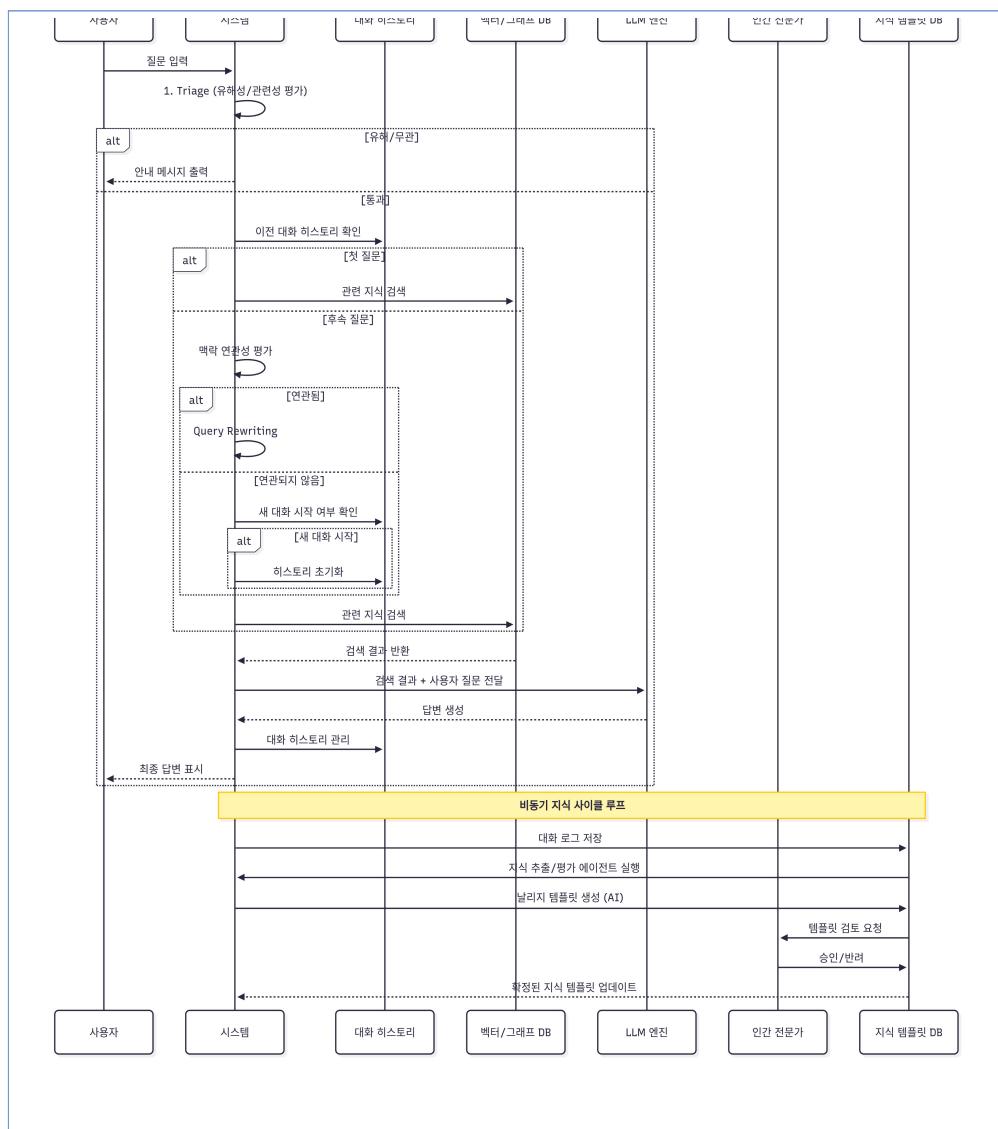
동시에 가이드라인 텍스트를 참조하여 특정 자료의 우선순위를 조정하거나 필터링할 수 있다. 예를 들어, 개정 전후 법령이 모두 검색되었고 가이드라인 텍스트에 "현행법 기준 우선 적용"이 명시되어 있다면, 최신 버전만 유지하고 이전 버전은 제거하거나 우선순위를 낮춘다. 이러한 처리 내용은 경고 메시지로 사용자에게 제공되어, 시스템이 왜 특정 법령을 우선 적용했는지 투명하게 설명한다.

답변 생성 단계에서는 질문과 관련된 운영 지식을 벡터 유사도 검색을 통해 조회하고, 이를 시스템 프롬프트에 컨텍스트로 추가한다. LLM은 이러한 운영 지식을 참고하여 보다 정확하고 체계적인 답변을 생성할 수 있다. 예를 들어, "일조권 관련 질문 시 반드시 법-시행령-조례를 함께 검토해야 함"이라는 가이드라인이 있다면, LLM은 답변 생성 시 이 세 가지 계층을 모두 언급하도록 유도된다.

### ■ 데이터 저장 구조

운영 지식은 단일 컬렉션에 통합 저장된다. 효율적인 쿼리를 위해 다음의 인덱스가 권장된다. linked\_article\_keys 배열 인덱스는 특정 조문이 포함된 운영 지식을 빠르게 조회할 수 있게 하며, linked\_ref\_cases 배열 인덱스는 특정 판례나 해석사례가 포함된 운영 지식을 조회할 수 있게 한다. is\_active 인덱스는 활성화된 운영 지식만 효율적으로 필터링하며, embedding 필드의 벡터 인덱스는 질문과 유사한 운영 지식을 검색하는 데 활용된다. 이러한 단순한 인덱스 전략은 대량의 운영 지식이 축적되어도 빠른 검색과 필터링을 가능하게 한다.

### 3) 시스템 작동 시퀀스



[그림 3-2] 새로운 인공지능 건축법령 시스템(ALRIS v1) 시스템 다이어그램([크게 보기](#))

출처 : 연구진 작성

위 다이어그램은 ALRIS v.1.0.0-preview의 전체 시스템 아키텍처와 주요 프로세스 설계를 도식화 한 것이다. 시스템은 크게 '사용자 상호작용 루프(실시간 대화 처리)'와 '지식 순환 루프(비동기 지식 강화)'의 두 축으로 구성된다. Human-in-the-Loop(HITL) 프로세스를 통해 AI 자동화와 전문가 검증을 결합함으로써, 신뢰성과 품질을 동시에 확보하는 것이 핵심이다.

#### 4) 핵심 기능별 개선사항

[표 3-1] Archilaw V2와 ALRIS V1 기능 비교

구분	Archilaw V2	ALRIS v.1.0.0-preview	기대 효과
아키텍처	단순 RAG 구조 - 질문 → 검색 → 답변 생성 - 선형적 처리 방식	Agent 기반 협업 시스템 - Triage, Query Processor, Retriever, Answer Writer, Knowledge Manager Agent - 비동기 협업 처리	처리 정확도 향상 시스템 유연성 및 확장성 개선
대화 관리	독립적 질의 처리 - 각 질문을 별개로 인식 - 맥락 정보 미활용	세션 기반 히스토리 관리 - 대화 흐름 추적 및 분석 - 개인화된 맥락 유지	연속 질문 이해 능력 획득
답변 품질 관리	기본적 검증 체계 - 답변 후 품질 확인 불가 - 피드백 수집 체계 부재	다층적 품질 보증 - 실시간 답변 품질 평가 - Triage + 전문가 검토 시스템	답변 정확도 및 신뢰성 확보
최신 정보 획득 능력	정적 지식베이스 - 초기 구축 정보에 의존 - 업데이트 수동 처리	동적 지식 관리 - 비동기 지식 사이클 루프 - 자동 지식 추출 및 업데이트	침조 정보의 최신성 유지 답변의 신뢰성 및 적시성 확보
안전성	기본 수준 필터링 - 관련성 기반 차단 - 사후 대응 위주	지능형 사전 필터링 - LLM 기반 유해성 판단 - 다단계 안전장치	부적절한 응답 차단 시스템 운영 효율 향상
검색 정확도	기본 벡터 유사도 검색 - 단순 의미적 매칭 - 맥락 정보 미반영	Query Rewriting + 맥락 고려 - 질문 의도 정확한 파악 - 전문 용어 자동 정규화	검색 정밀도 향상 관련 없는 결과 감소
전문가 참여	시스템 구축 시에만 참여 - 초기 데이터 검토 - 운영 중 개입 없음	지속적 품질 관리 참여 - 지식 템플릿 실시간 검토 - 승인/반려 프로세스 운영	서비스 홍보 및 지지 기반 확보 법령 해석 일관성 확보

출처: 조상규(2025)

## 3. 시스템 접속 링크 및 개발 현황

### 1) 기존 시스템(Archilaw V2)

기존에 개발된 Archilaw V2 시스템은 <https://archilaw.streamlit.app>을 통해 공개 서비스를 유지하고 있다.

### 2) 신규 시스템(ALRIS V1–preview)

새로 개발된 ALRIS 시스템은 현재 개발 단계로 <https://alris.auri.re.kr>을 통해 접속이 가능하다. 현재 기존 시스템의 API 레이어 추가 및 에이전트화를 위한 코드 리팩토링 작업 중이며 주요 개선 사항은 다음과 같다.

#### ■ 백엔드와 프론트엔드 완전 분리

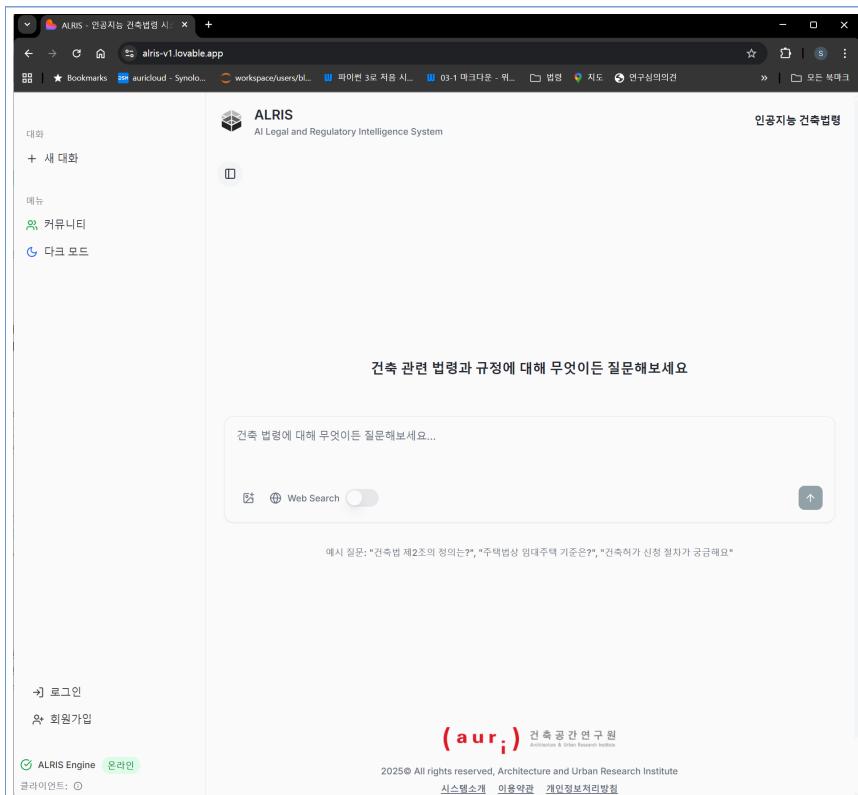
유연한 UI 디자인과 빠른 반응 속도 확보를 위해 React 기반의 프론트엔드를 구축하였으며, 기존 시스템에 대해 기능별 API 엔드포인트를 구축하여 기존 프로토타입 수준의 시스템을 프로덕션 레벨의 시스템으로 완전 개편하였다.

#### ■ 동시 접속 및 에이전트 구동을 위한 비동기 시스템으로의 전환

기존에는 모든 기능이 동기화 함수로 구현되어 있어서 사용자가 많아질 경우 시스템이 불안정해질 수 있었으나, 현재는 FastAPI 기반의 비동기화 함수로 전체 코드를 재설계하여 대규모 사용자 접속에 대한 대응이 가능하게 되었다. 또한, 데이터베이스 서버에 대한 커넥션 관리도 효율화하여 적은 수의 커넥션으로 다수의 사용자에게 서비스를 제공할 수 있도록 최적화를 완료했다.

## ■ 사용자 인증 시스템 신규 구축

기존에는 별도의 인증 시스템 없이 서비스를 운영하고 있었으나, 신규 시스템은 사용자 가입 및 인증 시스템을 추가하여 체계적인 서비스 운영이 가능하게 되었다. 이메일 및 패스워드를 통한 사용자 인증을 기본으로, 구글 계정과 연동한 소셜 로그인 기능(OAuth 2.0 표준)을 개발 완료하였다. 또한, 인증 시스템의 보안 로직은 JWT 토큰 및 Secure connection layer를 기본으로 제공하여 프로덕션 수준의 보안성을 확보하였다.



[그림 3-3] 신규 개발된 인공지능 건축법령 서비스(AlRIS) 접속 화면

출처: 인공지능 건축법령 서비스. <https://alris.auri.re.kr>(검색일: 2025.11.29.)



## 제4장

### 시스템 성능 평가

1. 벤치마크 개요 및 절차
2. 성능 평가 결과
3. 시스템 성능 개선을 위한 시사점

# 1. 벤치마크 개요 및 절차

## 1) 실행 정보

본 연구는 건축법령 해석지원 시스템 개선의 성과를 정량적으로 검증하기 위해 총 1,205건의 Archilaw V2 질의응답 데이터<sup>23)</sup>를 활용하여 벤치마크 평가를 수행하였다. 사용된 데이터는 국토교통부 건축행정 질의응답 사례 중에서, 기존 Archilaw V2 서비스 이용 시점에 생성된 로그 데이터를 기반으로 구성되었으며, 평가용 데이터셋으로만 활용되도록 사전에 정제되었다. 이러한 실제 로그 기반 벤치마크는 두 시스템이 동일 조건에서 응답 품질을 비교할 수 있도록 해, 평가의 객관성과 실사용 성과 높은 상관성을 확보할 수 있도록 하였다.

## 2) 평가 대상 시스템

### ① 구 시스템 (Old System)

기존 시스템인 Archilaw V2는 단순 RAG 기반 구조로 작동하였으며, 질문 입력–검색–답변 생성으로 이어지는 단일 파이프라인 형태로 운영되었다. 이번 평가에서는 Archilaw V2가 실제 서비스 중 생성한 응답 로그를 그대로 활용하여, 시스템이 제공하던 ‘실제 수준의 성능’을 그대로 반영하도록 하였다.

이러한 방식은 구 시스템의 특성을 왜곡하지 않으며, 개선 효과를 명확하게 측정하는 데 중요한 기준 선 역할을 한다.

### ② 신 시스템 (New System): Agentic Response System V.0.2.0.

신규 개발된 ALRIS 시스템은 Planning Agent, Guardrail Agent, Evaluation Agent를 포함한 에이전트 기반 구조로 설계되었으며, 비동기 처리를 활용해 연속적·단계적 응답 보완이 가능한 구조로 구현되었다. 답변 생성은 최대 3회의 반복 개선(iterative enhancement)을 거치도록 설계되어 있으며, 답변의 정확성과 충분성을 높이기 위한 가이드라인 생성 기능이 포함되어 있다.

23) 샘플 데이터(국토부 질의응답 사례 중 평가용 데이터로 설정하여 답변에 참조하지 않는 데이터셋)를 가져와서 질의응답 실행한 로그 데이터로 한정함

이러한 신 시스템의 특징은 건축 규정 해석 영역에서 요구되는 정확성·일관성·사후 검증 체계를 강화하기 위한 근본적 구조 개선을 반영한다.

### 3) 주요 평가 지표

#### ① 결론 일치율 (is\_same\_conclusion)

결론 일치율은 시스템이 생성한 답변의 최종 결론이 정답 케이스(qa\_content)와 동일한지를 평가하는 지표이다. 이 평가는 GPT-4o 모델을 통한 자동 평가로 작동한다.

#### ② 법령 검색 성공률 (law\_search\_success)

법령 검색 성공률은 시스템이 답변 생성 과정에서 참조한 법령을 정답 데이터와 동일하게 검색했는지 여부를 평가한다. 이는 답변의 근거 기반성을 판단하는 핵심 지표로, 규정 인용의 정확성과 직결된다.

#### ③ 답변 충분성 (is\_sufficient) – 신 시스템만 해당

답변 충분성은 시스템이 생성한 응답이 단순 요약에 그치는 것이 아니라, 결론 도출을 위해 필요한 정보와 근거를 충분히 포함하고 있는지를 평가하는 항목이다. 신규 시스템에서는 Evaluation Agent가 이를 반복적으로 검토하여 최대한 충분한 답변을 생성하도록 설계되었다.

#### ④ 법령 변경 감지 (law\_has\_changes)

- 정답 케이스 작성 시점과 현재 법령 간 변경사항 여부
- 185개(15.4%) 케이스에서 법령 변경 감지

법령 변경 감지는 시스템이 기존 법령 텍스트의 개정 여부를 정확히 탐지하는지를 평가하는 지표로, 185개(15.4%) 케이스에서 법령 변경이 감지되었다.

## 4) 벤치마크 데이터 추출 및 생성

### ① QA 로그 데이터 추출 (archilaw.qa\_log → alris\_engine.ref\_cases)

벤치마크에 사용된 데이터는 archilaw.qa\_log 컬렉션에서 qa\_sample\_data.uid를 추출하고, alris\_engine.ref\_cases에서 실제 데이터를 조회한다. 마지막으로 case\_validity=true인 케이스만 선택한다.

### ② 구 시스템 평가: system\_response vs qa\_content 비교

구 시스템 평가에서는 Sliding Window를 병렬 처리(기본 윈도우 크기: 10)하고, GPT-4o를 통한 결론 일치 여부 평가가 이뤄진다. 이를 통해 법령 검색 성공 여부를 자동 판별하고, 법령 변경사항을 감지한다.

### ③ 신 시스템 응답 생성: 구 시스템이 수행한 질의 응답에 대해 신 시스템 응답 생성 (ref\_cases.question → agentic 응답)

신 시스템은 구 시스템의 질문을 동일하게 입력하여 ALRIS의 에이전트 기반 응답 생성이 이루어지도록 구성하였다. Planning Agent, Guardrail Agent, Evaluation Agent를 활용하여 최대 3회 반복하고, 참조 사례 4개로 하여 Guideline이 자동 생성 되도록 하였다.

## 5) 평가 모델 및 프롬프트

### ① 평가 모델 설정

평가모델은 GPT-4o 기반으로 하여, 결정적 응답과 일관성을 극대화하기 위해 Temperature 값을 0으로 설정하였다. Top-p 값은 1.0으로, 응답 형식은 JSON 객체로 설정하였다.

#### ■ 평가 프롬프트

시스템이 생성한 응답과 정답으로 제시된 QA 콘텐츠를 서로 비교하여, 두 내용의 결론이 같은지를 판단하도록 설계된 자동 평가 규칙 프롬프트를 제안하였다.

프롬프트는 먼저 시스템이 생성한 응답(system\_response)과 정답 케이스(qa\_content)를 읽고, 두 텍스트의 결론이 사실상 동일한지 여부를 평가한다. 만약 두 결론이 의미적으로 같다면 'is\_same\_conclusion'을 True로, 다르다면 False로 설정하도록 지시한다. 또한 정답 케이스 자체가 명확한 결론을 제시하고 있는지 여부도 판단한다. 즉, 정답이 추가 정보 없이 명확하게 결론을 내리고 있다면 'qa\_content\_clear\_conclusion'을 True로, 그렇지 않다면 False로 표기하도록 구성되어 있다.

마지막으로, 평가자가 해당 판단을 내린 이유를 한국어 문장으로 간단히 작성하도록 요구한다. 이 문장은 시스템이 왜 결론을 같다고 판단했는지, 또는 왜 다르다고 평가했는지를 설명하는 근거가 된다.

최종적으로 프롬프트는 이러한 판단 결과를 하나의 JSON 객체 형태로 출력하도록 유도하여, 대량의 QA 데이터에 대해 자동으로 일관성 있게 성능을 평가할 수 있는 구조를 제공한다.

```

System Prompt:
Compare contents in the 'system_response' with the 'qa_content'
and answer following questions as JSON object as follows:
{
    "is_same_conclusion": True, if the conclusion of the system_response
        is the (almost) same with the qa_sample, else False,
    "qa_content_clear_conclusion": True, if qa_content reaches specific conclusion
        without requesting more information, else False,
    "reason_of_the_evaluation": (str) brief reason of evaluation in 한국어
}
User Prompt:
# system_response:
[시스템이 생성한 응답]

# qa_content:
[정답 케이스 내용]

```

[그림 4-1] 평가 프롬프트

출처: 연구진 작성

## ② 평가 기준

### ■ 결론 일치 (is\_same\_conclusion)

결론 일치(is\_same\_conclusion)는 시스템이 생성한 응답과 정답 케이스가 제시하는 핵심 결론이 서로 동일한지를 평가하는 기준이다. 두 문장이 다른 표현을 사용하더라도 법적 판단의 방향성이 동일하다면 결론이 같다고 보아 True로 판정한다. 반대로 결론의 의미가 상반되거나 판단 결과가 다르면 False로 처리한다.

예를 들어 “가능합니다”와 “허용됩니다”는 표현만 다를 뿐 같은 의미의 결론이므로 일치하는 것으로 평가할 수 있지만, “가능합니다”와 “불가능합니다”처럼 의미가 명확히 반대라면 결론이 일치하지 않는 것으로 평가된다.

### ■ 명확한 결론 (qa\_content\_clear\_conclusion)

명확한 결론(qa\_content\_clear\_conclusion)은 정답 케이스가 추가적인 정보 요청 없이도 명확하고 구체적인 결론을 제시하고 있는지를 평가하는 기준이다. 정답 문장이 법적 판단을 분명하게 제시하고 있다면 True로 판단하며, 반대로 “추가 정보가 필요합니다”, “상황에 따라 다릅니다”처럼 결론을 명확히 내리지 못하고 판단을 유보하는 표현이 포함되어 있다면 False로 간주한다.

예를 들어 “건축법 제00조에 따라 가능합니다”와 같이 결론과 근거가 명확히 드러나는 문장은 명확한 결론으로 평가되지만, “구체적인 사항을 확인한 후 판단할 수 있습니다”처럼 최종 판단을 제시하지 않는 경우에는 명확한 결론으로 보지 않는다.

### ■ 평가 이유 (reason\_of\_the\_evaluation)

이 항목은 평가자가 결론이 일치하거나 일치하지 않는 이유, 그리고 정답 케이스가 명확한 결론을 제시했는지 여부를 판단한 근거를 한국어로 간략하게 설명하는 부분이다. 즉, 두 응답의 결론이 왜 같다고 보았는지 또는 왜 다르다고 판단했는지, 그리고 정답 케이스가 명확한 법적 판단을 제시했는지 여부를 어떻게 판단했는지를 짧은 문장으로 기술하도록 요구한다.

### ③ 평가의 일관성 확보

평가의 일관성을 확보하기 위해 여러 장치가 적용되었다. 우선 Temperature 값을 0으로 설정하여 동일한 입력에 대해 항상 동일한 평가 결과가 나오도록 하여 평가의 변동성을 최소화하였다.

또한 자동화된 평가 방식을 도입함으로써 수작업 평가 과정에서 발생할 수 있는 주관성을 제거하고, 대규모 데이터셋도 안정적으로 처리할 수 있게 되었다.

마지막으로 동일한 프롬프트를 사용해 구 시스템과 신 시스템을 모두 이중으로 평가하는 구조를 적용하여, 시스템 간 비교의 공정성과 평가의 신뢰성을 확보하였다.

## 2. 성능 평가 결과

### 1) 전체 성능 비교 (1,205개 케이스)

전체 1,205개 케이스 평가 결과, 신 시스템(ALRIS)은 구 시스템 대비 결론 일치율과 답변 충분성 등 핵심 지표에서 유의미한 성능 향상을 보여주었다. 구 시스템의 결론 일치율은 54.9%였으나, 신 시스템은 63.5%를 기록하며 약 8.6%p의 향상을 보였다. 또한 신 시스템의 답변 충분성은 99.7%로 거의 모든 응답이 충분성을 확보한 것으로 나타났다. 반면 법령 검색 성공률은 양 시스템 모두 61%대 수준으로 유사한 결과가 나타났다.

[표 4-1] Archilaw V2와 ALRIS V1 전체 성능 비교

구분	지표	결과	비율 (%)
Archilaw V2	전체 평가 건수	1,205	100.0
	결론 일치	661	54.9
	법령 검색 성공	746	61.9
	명확한 결론 제시	582	48.3
	법령 변경 감지	185	15.4
ALRIS V1	전체 평가 건수	1,205	100.0
	유효 응답	1,198	99.4
	오류 발생	7	0.6
	결론 일치 (유효 응답 중)	761	63.5
	법령 검색 성공 (유효 응답 중)	735	61.4

출처: 연구진 작성

### 2) 법령 검색 성공률 교차 분석

법령 검색 성공률 분석 결과, 양 시스템 모두 성공한 케이스는 49.3%였으며, 신 시스템만 성공한 케이스는 12.0%, 반대로 구 시스템만 성공한 케이스는 12.7%로 나타났다.

이는 검색 성능이 시스템 구조의 개선과 직접적으로 연동되지 않았음을 보여주며, 검색 엔진 자체의 정교화가 필요함을 시사한다.

[표 4-2] 법령 검색 성공률 교차 분석 결과

구분	건수	비율(유효 응답 중, %)
양 시스템 모두 성공	591	49.3
구 시스템만 성공	152	12.7
신 시스템만 성공	144	12.0
양 시스템 모두 실패	311	26.0

출처: 연구진 작성

### 3) 명확한 결론 케이스 분석 (핵심 분석)

#### ① 필터링 기준

전체 1,205개 케이스 중 명확한 결론을 제시하는 케이스만 필터링하여 정확한 성능 평가를 수행하였다.

유효 케이스(신 시스템 오류 제외)는 1,198개, 명확한 결론 케이스(qa\_content\_clear\_conclusion=True)는 580개로 48.4% 비율을 차지하였다.

필터링을 하는 이유는 정답 케이스 중 일부는 "추가 정보가 필요합니다" 등의 불명확한 답변을 포함하고 있어, 명확한 결론이 있는 케이스만으로 평가하는 것이 더 좀 더 정확한 개선 전략 수립에 기여하기 위함이다.

#### ② 명확한 결론 케이스 성능 비교 (n=580)

명확한 결론 케이스로 필터링하면 구 시스템이 54.9% → 71.0% (+16.1%p), 신 시스템이 63.5% → 73.4% (+9.9%p)로 양 시스템 모두 성능이 향상됨을 확인할 수 있다. 신 시스템이 여전히 2.4%p 높은 결론 일치율을 보인다.

[표 4-3] 명확한 결론 케이스 성능 비교

지표	구 시스템 (%)	신 시스템 (%)	개선율 (%)
결론 일치율	71.0% (412/580)	73.4% (426/580)	+2.4%p
법령 검색 성공률	66.2% (384/580)	63.3% (367/580)	-2.9%p
법령 변경 감지	16.9% (98/580)	16.9% (98/580)	-

출처: 연구진 작성

#### ③ 법령 변경 유무와 검색 성공 여부별 결론 일치율

구 시스템의 경우 법령 검색에 성공하면 결론 일치율이 약 9-12%p 향상되는 것이 파악되었으며, 법령 변경 여부는 결론 일치율에 큰 영향을 미치지 않고 약 2-3%p 차이만 발생하는 것으로 나타났다.

신 시스템도 법령 검색이 성공했을 때 결론 일치율이 향상되는 경향을 보이지만, 그 상승 폭은 구 시스템에 비해 다소 작은 수준으로 약 1.5~5.4%p 정도에 그친다. 그러나 주목해야 할 점은 법령이 실제로

변경된 경우에도 신 시스템이 법령 검색에 실패했을 때 결론 일치율이 73.5%에 달할 만큼 높은 성능을 유지하고 있다는 사실이다. 이러한 결과는 신 시스템 내부의 Planning Agent와 Evaluation Agent가 부족한 법령 정보를 효과적으로 보완하며 결론을 도출하고 있음을 시사한다. 실제로 신 시스템은 법령 검색에 실패하더라도 69.8~73.5% 수준의 높은 결론 일치율을 유지하는데, 이는 단순 검색 기반이 아닌 에이전트 기반의 논리적 보강 과정이 성능 향상에 기여하고 있음을 보여준다.

또한 법령이 변경된 상황에서도 검색에 실패했을 때 결론 일치율이 73.5%로 오히려 더 높게 나타나는 현상은, 시스템이 최신 법령과의 차이를 정확히 인지하지 못해 발생한 잠재적 환각 가능성을 의심해 볼 수 있어 추가적인 분석이 필요한 영역으로 해석된다.

전반적으로 이러한 결과는 Planning Agent와 Evaluation Agent가 검색 부족을 보완해 결론을 안정적으로 도출하는 역할을 수행하고 있음을 명확하게 보여준다.

[표 4-4] 법령 변경 유무와 검색 성공 여부별 결론 일치율

	법령 변경	검색 실패 (%)	검색 성공 (%)
구 시스템	변경 없음	64.8	73.8
	변경 있음	64.7	76.6
신 시스템	변경 없음	69.8	75.2
	변경 있음	73.5	75.0

출처: 연구진 작성

## 3. 시스템 성능 개선을 위한 시사점

### 1) 주요 결과

#### ■ 전체 데이터셋 (1,205개)

우선 전체 1,205개의 데이터셋을 대상으로 성능을 비교한 결과, 신 시스템(ALRIS)은 핵심 지표인 결론 일치율에서 뚜렷한 향상을 보였다. 구 시스템의 결론 일치율은 54.9%였으나, 신 시스템은 63.5%로 8.6%p 상승하여 의미 있는 개선을 확인할 수 있었다. 이는 신규 시스템의 에이전트 기반 구조와 반복적 보완 메커니즘이 결론 도출의 정확성을 높이는 데 기여했음을 보여준다.

반면, 법령 검색 성공률은 구 시스템 61.9%, 신 시스템 61.4%로 거의 차이가 없었으며 오히려 0.5%p 소폭 감소하였다. 이는 검색 기능 자체가 구조적 개선의 직접적 영향을 받지 않았음을 시사하며, 검색 엔진 고도화가 여전히 필요한 과제로 남아 있음을 의미한다. 또한 성공률(오류 제외) 항목에서는 구 시스템이 100%였고 신 시스템은 99.4%로 0.6%p 낮아졌지만, 이는 답변 생성 과정에서 발생한 극히 일부의 실패 케이스로 분석되며, 전체적인 품질 변화에 큰 영향을 미치지 않는 범위로 볼 수 있다.

주목할 점은 신 시스템의 답변 충분성이 99.7%에 달했다는 사실로, 대부분의 응답이 평가 기준에 부합하는 충분한 근거와 설명을 포함하고 있음을 확인할 수 있다.

#### ■ 명확한 결론 케이스 (580개) – 핵심 지표

다음으로 전체 데이터 중 결론이 명확히 제시된 580개 핵심 데이터셋만을 별도로 분석한 결과에서도 비슷한 경향이 나타났다. 구 시스템의 결론 일치율은 71.0%였고, 신 시스템은 73.4%로 2.4%p 향상되었다.

비록 전체 데이터셋보다 개선 폭은 작지만, 명확한 결론을 요구하는 고난도 케이스에서도 신 시스템의 성능이 꾸준히 향상되었음을 보여주는 중요한 결과이다. 그러나 이 집단에서도 법령 검색 성공률은 구 시스템 66.2%, 신 시스템 63.3%로 2.9%p 감소했다. 이 역시 법령 검색 기능의 개선 필요성을 뒷받침하는 결과로 해석된다.

[표 4-5] 시스템 성능 개선 주요 결과

구분	지표	구 시스템 (%)	신 시스템 (%)	개선율 (%)
전체 데이터셋 (1,205개)	결론 일치율	54.9% (661/1,205)	63.5% (761/1,198)	+8.6%p
	법령 검색 성공률	61.9% (746/1,205)	61.4% (735/1,198)	-0.5%p
	답변 충분성	-	99.7% (1,195/1,198)	-
	성공률 (오류 제외)	100% (1,205/1,205)	99.4% (1,198/1,205)	-0.6%p
명확한 결론 케이스 (핵심지표, 580개)	결론 일치율	71.0% (412/580)	73.4% (426/580)	+2.4%p
	법령 검색 성공률	66.2% (384/580)	63.3% (367/580)	-2.9%p

출처: 연구진 작성

## 2) 핵심 개선사항

### ① 결론 일치율 개선

신규 시스템은 전반적으로 일정 수준 이상의 성능 개선 효과를 달성한 것으로 확인되었다. 먼저 전체 1,205개 데이터셋을 기준으로 비교했을 때, 구 시스템의 결론 일치율은 54.9%였던 반면 신 시스템은 63.5%로 8.6%p 향상되었다. 또한 결론이 명확하게 제시된 580개의 핵심 케이스만을 분석한 결과에서도 71.0%에서 73.4%로 2.4%p 개선되었으며, 이는 신 시스템이 보다 안정적인 성능을 제공하고 있음을 보여준다.

이러한 개선은 새롭게 도입된 에이전트 기반 구조와 자료 구조 정비가 실질적으로 성능 향상에 기여한 결과로 분석된다. Planning Agent는 사용자의 질문을 보다 적합한 검색 쿼리로 변환해 검색 정확성을 높였고, Evaluation Agent는 생성된 답변의 충분성을 평가하며 필요한 경우 추가 검색을 유도함으로써 99.7%라는 매우 높은 답변 충분성을 확보하는 데 기여했다.

또한 신 시스템은 최대 3회까지 반복적으로 답변을 개선할 수 있는 구조를 갖추고 있어 부족한 정보를 단계적으로 보완할 수 있다. 참고 자료가 정답과 일치하지 않을 경우에는 Guideline을 자동으로 생성하는 기능이 작동하여 답변의 질적 일관성을 확보하는 데 도움을 주었다.

### ② 법령 검색 성능 정체 (개선 필요)

한편 법령 검색 성능은 구·신 시스템 모두에서 개선 효과가 나타나지 않은 것으로 확인되었다. 전체 데이터셋 기준으로 구 시스템의 법령 검색 성공률은 61.9%, 신 시스템은 61.4%로 사실상 동일한 수준이었다. 명확한 결론 케이스에서도 구 시스템 66.2%, 신 시스템 63.3%로 오히려 소폭 감소가 나타났다.

더 나아가 양 시스템 모두 법령 검색에 실패한 사례가 311건으로 전체의 26%에 달했으며, 이는 검색 알고리즘 자체의 구조적 개선이 필요함을 시사한다. 특히 법령명을 인식하고 매칭하는 로직의 정교화가 요구되며, Vector Index 품질 향상, Embedding 모델 개선(text-embedding-3-large, 256차원 사용 중)과 같은 기술적 개선이 병행되어야 한다는 점이 확인되었다. 요약하면, 검색 모듈은 신 시스템의 성능 개선 요소와 별개로 독립적 개선이 필요한 영역으로 드러났다.

### ③ 법령 변경 대응 능력

신 시스템은 법령이 변경된 상황에서도 상대적으로 안정적인 결론 도출 능력을 유지하는 것으로 나타났다. 법령 검색에 실패했을 때에도 신 시스템은 73.5%의 결론 일치율을 기록하여, 같은 상황에서 구 시스템이 보인 64.7%보다 높은 성능을 보였다. 법령 검색이 성공한 경우에도 신 시스템은 75.0%의 결론 일치율을 보였고, 이는 구 시스템의 76.6%와 유사한 수준이다.

다만 주의해야 할 점은, 법령이 실제로 변경된 경우에도 검색 실패 상황에서 결론 일치율이 높게 나타난 현상이다. 이는 에이전트 기반의 보완 기능이 효과를 발휘한 결과일 수 있으나, 반대로 시스템이 최신 법령의 변화를 정확히 인지하지 못하고 과거 정보를 바탕으로 추론했을 가능성, 즉 환각 (Hallucination)에 대한 검토가 필요함을 시사한다. 따라서 법령 변경 요소가 실제 내용 변화인지, 단순 타법 개정인지, 또는 변경 사항이 답변 결론에 실질적 영향을 주는지에 대한 세부적인 추가 분석이 필요하다.

## 3) 추가 분석 및 시스템 최적화 방향

### ■ 단기 개선사항 (High Priority)

단기적으로는 법령 검색 알고리즘의 개선이 가장 우선순위가 높다. 특히 구·신 시스템 모두에서 검색이 실패한 311개 케이스를 집중적으로 분석할 필요가 있다. 이와 함께 Vector Index 품질을 향상하고, 현재 사용 중인 256차원 Embedding 모델을 고도화하는 작업이 요구된다. 또한 법령명 인식 및 매칭 로직을 정교하게 개선하여 검색 기반 정확도를 높여야 한다.

### ■ 중기 개선사항 (Medium Priority)

중기적으로는 Guideline 생성 패턴을 분석하여 어떤 상황에서 Guideline이 생성되는지, 그리고 Guideline 생성이 결론 일치율에 어떤 영향을 미치는지를 평가할 필요가 있다. 또한 Evaluation Agent의 판단 알고리즘을 최적화하고, 답변 반복 개선 기능의 평균 수행 횟수를 분석하여 가장 효율적인 반복 구조를 도출하는 것이 중요하다.

### ■ 장기 개선사항 (Low Priority)

장기적으로는 자동 평가 기능을 시스템 개발·배포 파이프라인(CI/CD)에 통합하여, 성능 퇴행이 발생하지 않도록 정기적 벤치마크를 자동으로 수행하는 체계를 구축해야 한다. 또한 답변 속도, 참조자료 관련성, 사용자 만족도 등 새로운 평가 지표를 도입하여 시스템 성능을 다각적으로 평가하는 방향으로 발전시킬 필요가 있다.

## 제5장

### 결론

1. 건축행정 인공지능 전환을 위한 정책 방향 제안
2. 연구의 성과와 향후 과제

# 1. 건축행정 인공지능 전환을 위한 정책 방향 제안

## 1) 향후 정책 과제 제안

### ■ (서비스) 대국민 ALRIS 서비스 운영 및 운영 기반 확보

앞으로의 가장 중요한 과제는 국토교통부의 세움터 시스템과 연계하여 ALRIS 서비스를 국가 차원에서 본격적으로 운영하는 것이다. 이를 통해 중앙정부(국토교통부)-연구기관(AURI)-공공기관(한국부동산원) 간 공무원-민원인-AI 통합 플랫폼을 정착시킬 필요가 있다.

이러한 플랫폼은 단순한 기술적 도입이 아니라, 법령 해석의 일관성 확보, 전문가 피드백과 AI 판정의 병행 운영, 그리고 투명한 행정처리 문화의 정착이라는 제도적·문화적 변화를 포함한다. 이를 통해 민원 처리 기간 단축, 행정 신뢰성 제고, 사회적 비용 절감이라는 성과를 도출할 수 있다.

### ■ (연구개발) 설계도서 해석 및 검토 AI 개발 R&D 추진

향후 연구에서는 멀티모달 AI 기술을 본격적으로 도입하여 설계도서의 자동 해석 및 법령 검토 기능을 구현해야 한다. 1단계에서는 VLLM(Visual Large Language Model)을 활용하여 건축도면의 주요 정보를 분석하고, 이를 바탕으로 합법성 검토 지점을 자동 추출한 뒤 ALRIS와 연계하여 결과를 산출하는 모듈을 개발할 필요가 있다.

2단계에서는 중장기적으로 BIM(Building Information Modeling) 데이터를 직접 해석하여 구조 부재의 규모 적합성, 화재 안전, 피난 규정 준수 여부 등을 자동 검토할 수 있는 수준까지 발전시켜야 한다.

이 분야는 전 세계적으로 아직 초기 단계에 머물러 있으므로, 국내에서 선도적 연구개발을 추진한다면 국제적 기술 경쟁력을 선점할 수 있다.

### ■ (건축행정 인공지능 도입) 인공지능 건축행정 샌드박스

ALRIS의 검토 결과를 실제 건축 인허가 행정에 시범 적용하는 AI 건축행정 샌드박스 제도를 도입할 필요가 있다. 이를 통해 행정 처리 시간을 단축시키고, 시스템 활용을 위한 면책 장치(legal immunity system)를 마련하여 공무원과 민원인의 법적 부담을 최소화해야 한다. 다만, 고의적 또는 중대한 과실

에 따른 법령 해석 오류는 면책에서 제외하고, 시스템 로그 분석을 통한 책임 추적 체계를 병행하여 신뢰성을 확보해야 한다.

이러한 프로그램 운영을 통해 건축 행정의 디지털 전환과 법적 안전장치 마련을 동시에 달성하는 계기가 될 수 있을 것이다.

### ■ 각종 인증 제도 등에 확대 적용

ALRIS는 건축 인허가뿐 아니라, 다양한 인증 제도로 확장될 수 있다. 예컨대 녹색건축 인증, 장애인 편의시설 인증 등은 현재 인력과 시간이 과도하게 소요되는 분야이다. AI 시스템을 활용하여 관련 법 규와 평가 기준을 자동 검토·분석한다면, 인증 절차의 인력·시간 비용을 획기적으로 절감할 수 있다.

또한, 분야별 전문성을 확보하기 위해 규모 검토 AI, 비용 검토 AI 등 세부 영역별 전문가-AI 결합형 모듈을 추가적으로 개발할 필요가 있다. 이는 건축산업 전반의 적법성 검토 및 인증 행정의 디지털 전환을 촉진하는 핵심 인프라가 될 것이다.

## 2) 건축행정 인공지능 전환의 기대효과

인공지능 기술을 건축행정에 본격적으로 도입할 경우, 그 파급효과는 매우 클 것으로 전망된다. 현재 건축행정은 연간 약 185조 원 규모에 이르는 건설투자 집행 과정에서 핵심적인 병목 지점으로 작용하고 있으며, 이는 건설산업 전반의 효율성을 저해하는 주요 요인으로 지적되어 왔다.

만약 인공지능 기반의 행정지원 시스템을 적용하여 처리 기간을 단축하고 법령 해석의 일관성을 확보한다면, 보수적으로 가정하더라도 10~30% 수준의 절감 및 도입 효과를 기대할 수 있다. 이를 경제적 효과로 환산할 경우, 연간 약 4.9조 원 규모의 사회적·경제적 파급효과가 발생할 것으로 추정된다.

특히, 초기 연구개발(R&D) 및 데이터 구축 비용이 약 2천억 원 수준으로 설정된다고 가정할 때, 비용 대비 편의 비율(B/C)은 약 20에 달하는 높은 효율성을 나타낸다. 이는 건축행정의 디지털 전환을 통해 단순한 행정절차 개선을 넘어, 건설산업 전반의 생산성 제고와 사회적 비용 절감에 직접적으로 기여할 수 있음을 의미한다.

[표 5-1] AI 건축행정 도입의 파급효과

파급영역	핵심 가정·근거	절감·창출 효과(연간)	비고
인허가기간 단축에 의한 금융비용 절감	<ul style="list-style-type: none"> <li>연간 건축허가 ≈ 160 천 건(CEIC 월평균 13.4천건×12)(ceicdata.com)</li> <li>평균 처리기간 35.4 → AI 적용 시 25.8 일(-9.6 일) (sedaily.com)</li> <li>건축 투자규모(건축부문) 185 조 원/년(index.go.kr)</li> <li>자본조달비용 4 %/년</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>약 0.20 조 원(2,030 억원): 처리기간 10 일 단축 → 연금비용 <math>0.04 \times 185 \times (10/365)</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발·시공사 현금흐름 개선</li> <li>사업 착수 가속</li> </ul>
행정 비용 절감 (정부, 지자체)	<ul style="list-style-type: none"> <li>허가 1건당 공무원 투입 20h → AI로 70 % 절감 (14h)</li> <li>평균 인건비 3만 원/h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0.06 조 원(630 억원)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공무원 업무 4.2 백만 h 절감(<math>20h \times 160</math> 천건 <math>\times 70\%</math>)</li> </ul>
설계단계 인증 · 컨설팅 비용 절감	<ul style="list-style-type: none"> <li>녹색건축·BF·ZEB 등 인증 ≈ 3 천건/년(녹색건축만 年1.5 천건 수준)</li> <li>건당 컨설팅비 1,000 만원 → AI로 30 % 절감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0.09 조 원(90 억원)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계·CM·컨설팅 시장 비용 구조 개선</li> </ul>
생산성 향상에 따른 경제효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT·AI 도입 시 건설 생산성 +25 %(삼정KPMG) → 10 % 채택 가정 ⇒ +2.5 %p 실제 반영(koit.co.kr)</li> <li>건축투자 185조원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.6 조 원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI·BIM 융합으로 설계·시공 오버헤드 감소</li> </ul>

출처: 연구진 작성

## 2. 연구의 성과와 향후 과제

### ■ 연구의 성과

본 연구의 가장 큰 성과는 기존의 Archilaw V2 시스템의 한계를 극복하고, 사람과 AI, 데이터가 유기적으로 상호작용하는 차세대 시스템 ALRIS를 설계하고 성능을 확인한 것이다.

기존 시스템은 대국민 서비스를 실행하기 위한 비동기 프레임워크 등을 갖추지 못하고, 인터페이스와 비즈니스 로직이 통합된 streamlit framework로 구현되어 있었다. 이는 많은 수의 동시 사용자를 처리하거나, 좀 더 안정적인 서비스 인프라로의 배포가 어려운 한계를 가지고 있었으며, 데이터와 개인 정보 보안 측면에 있어서도 근본적인 한계를 안고 있었다.

그러나 이번에 새로 구축한 ALRIS 시스템의 경우 코어 패키지와 FastAPI 백엔드 – 데이터베이스 – 프론트엔드가 독립적으로 구현된 프로덕션 레벨의 시스템으로서 향후 기능 확장이나 대국민 서비스를 위한 서비스 안정성, 보안성 확보가 용이해졌다.

또한, 운영 과정에서 발생하는 데이터 정합성이나 사용자 피드백 과정에서 얻어지는 암묵지(Tacit Knowledge)를 운영지식(Operational Knowledge) 형태로 포착하고, 전문가 피드백을 통해 확정하는 하이브리드 AI 시스템의 구조를 도입하고 가능성을 모색한 것은 향후 생성형 인공지능 활용 시스템의 새로운 발전 방향을 선도적으로 제안한 것이며, 추가적인 연구를 통해 건축·도시분야의 더 많은 연구 문제 해결에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

### ■ 후속 연구 과제

앞으로 ALRIS 시스템의 안정적인 운영 및 정부 건축 행정과의 연계·활용을 위해서는 여러 가지 후속 과제가 수행될 필요가 있다. 첫째, 지금까지 Archilaw – ALRIS로 이어지는 시스템 개발 과정에 있어 OpenAI의 GPT 모델을 주로 활용해 왔으나, 공공 행정 시스템과의 연계를 고려한 국내·외 로컬 LLM 및 임베딩 모델의 가용성에 대한 테스트가 필요하다. 또한, 외부 모델이라고 하더라도 Gemini 와 같은 타사 모델을 적용했을 때에도 성능이 유지되는지에 대한 검증이 이루어질 필요가 있다.

둘째, 지자체 조례나 법령 해설 자료와 같은 추가적인 데이터의 유기적 통합을 위한 시스템 기능 확장이 필요하다. ALRIS는 이제 여러 독립 애이전트를 사용하여 작업 파이프라인을 유연하게 확장할 수

있게 되었으며, 향후 다양한 기능적 확장 가능성을 실험해 볼 필요가 있을 것이다.

셋째, 멀티 모달 AI 활용을 통한 도면 정보 연계 법령 해석 시스템 도입을 위한 개념 검증 및 신뢰도 평가를 위한 연구가 시급하다. 지난 수 년 간의 연구를 통해 ALRIS는 텍스트 형태의 건축 법령 해석에 있어서 어느 정도 선도적인 기준을 제시할 수 있었다. 그러나 건축 행정의 인공지능 대전환을 위해서는 도면과 연계한 종합적인 법령 해석이 꼭 필요하며, 이제는 충분히 도전해볼 수 있는 기술적 여건이 갖추어졌다고 볼 수 있다.

마지막으로, 지금 AI 시대에서 ‘인공지능 환각(AI Hallucination)’이 문제로 대두되고 있는데, 이러한 맥락에서 AI의 도움을 받아 민원 대응을 하는 과정에서 이러한 오류 문제가 발생할 가능성도 배제 할 수 없다. 그리하여 시스템을 개발하고 사용하는 주체가 이러한 문제 발생에 따른 책임 소재 등에 대응할 수 있는 방안도 향후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

- 건축규정 코파일럿. <https://gpt.brcopilot.com/>(검색일 : 2025.08.20.)
- 김정숙, 이재용. (2020). 지능정보기술을 활용한 지방자치단체의 민원·복지서비스 혁신방안. 한국지방행정연구원.
- 미국 AVVO 법률 상담 플랫폼. <https://www.avvo.com/>(검색일 : 2025.08.20.)
- 박영조. (2023.06.18.). 왜 공동체에 집단 지성이 필요한가. 기호일보.  
<https://www.kihoilbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=1035994>(검색일: 2025.08.18.)
- 법제처 지능형 법령검색 시스템. <https://www.law.go.kr/LSW/aa/main.do>(검색일 : 2025.08.20.)
- 법제처. (2024.12.20.). 인공지능(AI)을 활용한 '지능형 법령검색 서비스'가 시작됩니다 [보도자료].
- 양현재, 박기범, 엄미정, 목은지. (2020). 과학기술 행정 혁신을 위한 인공지능 활용 방안. 과학기술정책연구원.
- 업코드(UpCodes). <https://up.codes/features/ai>(검색일 : 2025.08.20.)
- 이순규. (2024.10.28.). [단독] 경찰 수사 업무에 '엘박스 AI' 활용. 법률신문.  
<https://www.lawtimes.co.kr/news/202433>(검색일: 2025.08.20.)
- 이인식. (2008.07.19.) [Why][이인식의 멋진 과학] 놀라운 '대중의 지혜'. 조선일보.  
[https://www.chosun.com/site/data/html\\_dir/2008/07/18/2008071800773.html](https://www.chosun.com/site/data/html_dir/2008/07/18/2008071800773.html)(검색일: 2025.08.17.)
- 인공지능 건축법령 서비스. <https://alris.auri.re.kr>(검색일: 2025.11.29.)
- 전정현, 김병필. (2019). 인공지능과 법률서비스: 현황과 과제. 저스티스, 170(1), 한국법학원.
- 조상규. (2025). 건축행정의 인공지능 대전환 – 인공지능 건축법령 시스템 개발 성과와 미래 정책 과제. auri brief. 건축공간연구원
- 한국건설기술연구원. 건축규정 코파일럿(Building Regulations Copilot). <https://gpt.brcopilot.com/>(검색일 : 2025.08.20.)
- Aitamurto, T., & Landemore, H. (2016). Crowdsourced deliberation: The case of Finland. *Journal of Deliberative Democracy*, 12(1), 1–15.
- Ambrogi, R.(2013). New Legal Research Site Combines Case Law with Crowdsourcing. LawSites Blog
- Anderson, A., Huttenlocher, D., Kleinberg, J., & Leskovec, J. (2012). Discovering value from community activity on focused question answering sites: A case study of Stack Overflow. In *Proceedings of ACM KDD*, pp. 850-858.
- Andrea Bucher. (2025). Navigating the Power of Artificial Intelligence in the Legal Field, 62 Hous. L. Rev. 819.

- AVVO 공식 웹사이트. <https://www.avvo.com> (검색일 : 2025.08.20.)
- CDAC Network. Intelligence: elevating community voices with AI.  
<https://www.cdacnetwork.org/news/new-online-course-community-crisis-intelligence-elevating-community-voices-with-ai#:~:text=Community%20crisis%20intelligence%20,making.> (검색일 : 2025.08.18.)
- Chlapanis, O. S., Galanis, D., Aletras, N., & Androutsopoulos, I. (2025). *\_GreekBarBench: A challenging benchmark for free-text legal reasoning and citations\_*. arXiv preprint arXiv:2505.17267.
- Endo, T. (2025, 09.18.). Production-grade RAG: From data chaos to knowledge refinery. Retrieved from <https://medium.com>(검색일: 2025.08.21.)
- Fawei, Z., Yi, J., & Hong, Y. (2019). Ontology-based legal knowledge representation for intelligent legal question answering. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 37(5), 6391–6403.
- federal CDO council. (2021). Implementing Federal-Wide Comment Analysis Tools. CDO Council.
- Gavin Newsom. (2025.04.30.). "Governor Newsom announces launch of new AI tool to supercharge the approval of building permits and speed recovery from Los Angeles Fires".  
<https://www.gov.ca.gov/2025/04/30/governor-newsom-announces-launch-of-new-ai-tool-to-supercharge-the-approval-of-building-permits-and-speed-recovery-from-los-angeles-fires/#:~:text=%E2%80%9CBringing%20AI%20into%20permitting%20will,through%20red%20tape%20and%20expedite.>(검색일: 2025.08.18.)
- George Pór. Blog of Collective Intelligence. Archived 2 August 2004 at the Wayback Machine.
- Giles, J. (2005). Internet encyclopaedias go head to head. *Nature*, 438(7070), 900-901.
- Gokul, V., Lee, J., & Goldblum, M. (2025). The limits of RAG: Detecting conflicting context in retrieval-augmented generation. *Proceedings of the 63rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL)*.
- Gretel.ai. (2023). ATRIE: Automated interpretation of legal concepts using LLMs. arXiv preprint arXiv:2307.08123.
- Guan, S., Xiong, H., Wang, J., Bian, J., Zhu, B., & Lou, J. (2025). *\_Evaluating LLM-based agents for multi-turn conversations: A survey\_*. arXiv preprint arXiv:2503.22458.
- Harvard Business Review. (2024, 12.). What is agentic AI, and how will it change work?. *Harvard Business Review*.  
<https://hbr.org/2024/12/what-is-agentic-ai-and-how-will-it-change-work>(검색일: 2025.08.23.)
- Hoffmann, J., Borgeaud, S., et.al. (2022). Training compute-optimal large language models. *Proceedings of NeurIPS 2022*  
[https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGov\\_Foundation?utm\\_source=chatgpt.com](https://en.wikipedia.org/wiki/OpenGov_Foundation?utm_source=chatgpt.com)(검색일: 2025.08.18.)
- Huang, K., Wang, H., & Liang, P. (2025). HippoRAG 2: Long-term memory retrieval in RAG with graph-enhanced associative indexing. *Proceedings of the International Conference on Machine Learning (ICML)*.
- Huyen, C. (2025.01.07.). Agents. Chip Huyen's Blog.  
<https://huyenchip.com/2025/01/07/agents.html>(검색일: 2025.08.21.)
- IBM. (2024). Agentic AI: 4 reasons why it's the next big thing in AI research. \*IBM Think\*.  
<https://www.ibm.com/think/insights/agentic-ai>(검색일: 2025.08.21.)
- IBM. (2024). What is AutoGPT?. IBM Think. <https://www.ibm.com/think/topics/autogpt>(검색일: 2025.08.31.)

- Kamar, E.(2016). Directions in hybrid intelligence: Complementing AI systems with human intelligence. In IJCAI-16 Proceedings, pp. 4070-4073.
- Kaplan, J., McCandlish, S., et.al. (2020). Scaling laws for neural language models. arXiv:2001.08361
- La Javaness R&D. (2023, 09. 28). LLM Large Language Model Cost Analysis\_. Medium. <https://lajavaness.medium.com/llm-large-language-model-cost-analysis-d5022bb43e9e>(검색일 : 2025.08.20.)
- Li, X., Zhao, R., Chia, Y. K., Ding, B., Joty, S., Poria, S., & Bing, L. (2024). \_Chain-of-Knowledge: Grounding large language models via dynamic knowledge adapting over heterogeneous sources\_. Proceedings of ICLR 2024.
- Luo, S., Xia, H., Yoshida, T. et al. (2009). Toward collective intelligence of online communities: A primitive conceptual model. *J. Syst. Sci. Syst. Eng.* 18, 203–221. <https://doi.org/10.1007/s11518-009-5095-0>
- Magesh, V., Surani, F., Dahl, M., Suzgun, M., Manning, C. D., & Ho, D. E. (2025). \_Hallucination-free? Assessing the reliability of leading AI legal research tools\_. *Journal of Empirical Legal Studies*, 22(2), 216–242.
- Martin, L., Whitehouse, N., Yiu, S., Catterson, L., & Perera, R. (2024). \_Better call GPT: Comparing large language models against lawyers\_. arXiv preprint arXiv:2401.16212.
- Nawari, N. O., & Christy, R. (2023). Using AI to Review Construction Plans. Warrington College of Business, University of Florida. <https://warrington.ufl.edu/due-diligence/2023/11/14/using-ai-to-review-construction-plans/#:~:text=%28BIM%29%20to%20create%203,fire%20egress%20and%20accessibility%20codes.>(검색일 : 2025.08.18.)
- Noveck, Beth Simone (2018). Crowdlaw: Collective Intelligence and Lawmaking. *Analyse & Kritik* 40 (2):359-380.
- Ouyang, L., Wu, J., Jiang, X., et al. (2022) Training Language Models to Follow Instructions with Human Feedback. arXiv: 2203.02155.
- Pang, R. Y., Roller, S., Cho, K., He, H., & Weston, J. (2024). \_Leveraging implicit feedback from deployment data in dialogue\_. arXiv preprint arXiv:2307.14117.
- Paolo Venturi. Community Intelligence. imminent Translated's Research Center. <https://imminent.translated.com/community-intelligence#:~:text=Secondly%2C%20the%20ability%20to%20reconstruct,and%20with%20them%2C%20new%20meanings.>(검색일 : 2025.08.18.)
- Postlmayr, B. (2025, September). RAG AI: A beginner's guide to retrieval-augmented generation. <https://ragai.info>(검색일: 2025.08.24.)
- Propylon. Artificial Intelligence in legislative drafting: benefits, pitfalls and regulations. June 28, 2024. <https://propylon.com/artificial-intelligence-in-legislative-drafting-benefits-pitfalls-and-regulations/#:~:text=2.>(검색일 : 2025.08.18.)
- Ramjee, P., Sachdeva, B., et.al. (2024). CataractBot: An LLM-Powered Expert-in-the-Loop Chatbot for Cataract Patients. arXiv:2402.04620
- Richter, L., Lipa, M., & Pofahl, N. (2025). Integrating knowledge management into QMS. BioProcess International. <https://bioprocessintl.com>(검색일: 2025.08.21.)
- Ross, C., & Swetlitz, I. (2018.07.25.). IBM's Watson recommended 'unsafe and incorrect' cancer treatments, internal documents show. STAT News. <https://www.statnews.com/2018/07/25/ibm-watson-recommended-unsafe-incorrect-treatments/>(검색일: 2025.08.23.)

- ScreenSteps. (2025.02.18.). Why your AI needs better operational knowledge.  
<https://blog.screensteps.com/why-your-ai-needs-better-operational-knowledge>(검색일: 2025.00.00.)
- Shen, Y., Song, K., Tan, X., Li, D., Lu, W., & Zhuang, Y. (2023). HuggingGPT: Solving AI tasks with ChatGPT and its friends in Hugging Face. Neural Notes.  
<https://neuralnotes.tech/hugginggpt-ba3af0decc4a?gi=c4f047cc746b>
- Shu, Catherine. (2023.05.30.). UpCodes launches Copilot, an AI-based research assistant for building codes. <https://techcrunch.com/2023/05/30/upcodes-copilot-series-a/>(검색일 : 2025.12.26.)
- Solomonic. (2024). Legal analytics with human-in-the-loop reliability. <https://solomonic.com>(검색일: 2025.08.16.)
- Stanford HAI. (2023.09.21.). Computational agents exhibit believable humanlike behavior. Stanford Human-Centered AI Institute.  
<https://hai.stanford.edu/news/computational-agents-exhibit-believable-humanlike-behavior>(검색일: 2025.08.16.)
- Steele, Robert David. (2002). The New Craft of Intelligence: Personal, Public, & Political—Citizen's Action Handbook for Fighting Terrorism, Genocide, Disease, Toxic Bombs, & Corruption. Oakton, Va.: Oss Pr, 2002. ISBN 9780971566118.
- Sun, Y., Yu, X., & Tang, J. (2023). Graph-RAG: Knowledge-graph enhanced retrieval-augmented generation for legal document understanding. arXiv preprint arXiv:2306.05478.
- Surowiecki, J. (2004). The Wisdom of Crowds. New York: Doubleday.
- Syndio. (2025.03.04.). "Yes, Chef!" — Syndio's Recipe for Expert AI. Syndio Blog.  
<https://synd.io/blog/technical-deep-dive-expertise-on-demand/>(검색일: 2025.08.16.)
- The GovLab. AI and You: How New Jersey Is Using Collective Intelligence to Get Smarter on AI. July 30, 2024. <https://rebootdemocracy.ai/blog/ai-and-you-all-our-ideas-new-jersey>(검색일: 2025.08.19.)
- The GovLab. Tech tools help deepen citizen input in drafting laws abroad and in U.S. states. Apr 20, 2021. <https://crowd.law/tech-tools-help-deepen-citizen-input-in-drafting-laws-abroad-and-in-u-s-states-36cc82a22d56>.(검색일: 2025.08.19.)
- vTaiwan 홈페이지. <https://info.vtaiwan.tw>(검색일 : 2025.08.20.)
- World Economic Forum. (2024). How agentic AI will transform financial services. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2024/12/agency-ai-financial-services-autonomy-efficiency-and-inclusion/>
- Yang, J., Jimenez, C. E., Wettig, A., Yao, S., Pei, K., Press, O., & Narasimhan, K. (2024). SWE-agent: Agent-computer interfaces enable automated software engineering. \*arXiv preprint arXiv:2405.15793\*. <https://arxiv.org/pdf/2405.15793.pdf>
- Zhao, H., Fu, Y., & Wu, X. (2024). Memento: Fine-tuning LLM agents without fine-tuning LLMs. arXiv preprint arXiv:2403.12345.

## Developing the AI-based Law and Regulations Intelligence System for Building Codes: Incorporating Community Intelligence with AI

Cho, Sangkyu, Nam, Seongwoo, Oh, Minjung

### ■ Background and Purpose of the Study

This study was conducted to address the chronic issues in the field of architectural administration, namely the complexity of regulations, excessive civil complaints, and resulting administrative inefficiency. The previously developed AI-based building code interpretation support system (Archilaw V2) demonstrated some potential but revealed clear limitations in terms of accuracy, currency, and reliability. Accordingly, this study aims to propose a method for advancing the existing system into a production-level, next-generation system (ALRIS: AI Legal and Regulatory Intelligence System). This is achieved by applying the latest Large Language Models (LLMs), introducing a 'Community Intelligence Framework' that utilizes the collective intelligence of users and experts, and incorporating a 'Hybrid Intelligence' strategy. The study also aims to empirically verify the performance of this new system.

### ■ Technology Trends for Building AI Legal Review Systems via Community Intelligence

As performance improvements in LLMs themselves encounter limitations related to data and computational resources (Scaling Law), new technological trends are emerging. First, 'Agentic AI' technology, which utilizes LLMs as a 'brain' to autonomously plan and use tools, is gaining prominence. Second, a 'Hybrid Intelligence' strategy, involving expert intervention to compensate for AI's limitations, is being emphasized. Third, the study confirmed the convergence potential between AI and 'Community Intelligence,' a concept where collective wisdom emerges from community interactions. Additionally, trends in domestic and international AI legal review systems, such as UpCodes, AutoReview.AI, and Building Regulation Copilot, were analyzed to derive implications.

## ■ Building the AI Building Code System (ALRIS V1)

The existing Archilaw V2 system was built on Retrieval-Augmented Generation (RAG), but it has clear limitations such as a lack of conversational context management, an inadequate quality verification system, and a static knowledge base. The new ALRIS system adopted an 'agent-based architecture' to overcome these limitations. The system was redesigned with a structure where independent agents—such as a Guardrail, Planner, Retriever, Response Writer, and Knowledge Manager—collaborate asynchronously. As a core strategy, a hybrid intelligence cycle was implemented, which automatically accumulates tacit knowledge generated from user interactions and expert reviews (Human-in-the-Loop) as 'Operational Knowledge' and reuses it for search and response generation. Furthermore, for production-level service, the backend (FastAPI) and frontend (React) were completely separated. It was converted to an asynchronous system capable of handling large-scale concurrent users, and a new JWT token-based user authentication system was built.

## ■ New System Performance Evaluation

To verify the performance of the new system, a comparative evaluation was conducted between the old system (Archilaw V2) and the new system (ALRIS V1) using a benchmark dataset of 1,205 Q&A log data entries from Archilaw V2. The evaluation results showed that, based on the entire dataset, the 'conclusion consistency rate' was 54.9% for the old system, while the new system showed an 8.6 percentage point (p) improvement at 63.5%. Notably, when limited to core data (n=580) where the answer keys provided clear conclusions, the new system's consistency rate was 73.4%, a 2.4%p improvement over the old system (71.0%). A key finding was that the new system maintained a high consistency rate of 73.5% even in cases where legal search failed and regulation changes were detected. This suggests that the query and response enhancement mechanisms via the Planning and Evaluation Agents are functioning effectively. However, the legal search success rate for both systems stagnated at around 61-63%, identifying the improvement of search algorithms, embedding models, and the Vector Index as short-term tasks.

## ■ Conclusion

This study's achievement lies in upgrading the existing streamlit-based prototype system to a production-level ALRIS system, featuring a separated FastAPI backend and frontend, asynchronous processing, and user authentication. Furthermore, it pioneeringly proposed a hybrid AI structure that enhances AI reliability by capturing expert feedback as 'Operational

Knowledge'. Future policy tasks include securing an operational foundation for a public ALRIS service linked to the Ministry of Land, Infrastructure and Transport's "Seumteo" system, promoting multimodal AI R&D for interpreting BIM data and blueprints, and introducing an "AI Architectural Administration Sandbox." Subsequent research is required to test domestic local LLMs for public administration integration, organically incorporate additional data such as local ordinances, and research a multimodal legal interpretation system linked with drawing information.

**Keywords :**

Large Language Model, Artificial Intelligence, Community Intelligence, Building Law, ALRIS system

