

건설동향

BRIEF_{ing}

• 美 행정부의 AI 혁신을 위한 조달 정책과 이행 전략

- 美 글로벌 AI 주도권 및 연방정부 운영 효율성 강화를 위한 조치 강화
- GSA, AI 잠재력 극대화·선제적 통제로 책임 있는 혁신을 위한 기틀 마련
- 美 연방정부 AI 전략 : '단순 지원 → 엄격한 관리 → 혁신 가속화'

• '위기 상황' 속 인프라 개념의 확장 필요

- 공급에서 생존으로 : 인프라 개념의 근본적 전환
- 기후·기술·돌봄이 결합된 초연결 인프라의 등장
- 구조물 너머의 인프라를 설계하는 건설업



美 행정부의 AI 혁신을 위한 조달 정책과 이행 전략

- 美 연방정부의 AI 가속화 전략 핵심, 강건한 거버넌스 구축과 간소화된 조달 절차 -

박상헌(부연구위원 · shpark@cerik.re.kr)

美 글로벌 AI 주도권 및 연방정부 운영 효율성 강화를 위한 조치 강화

- 미국의 연방정부는 각 기관의 AI 도입 및 확산 지원을 위해 '19년부터 연방법, 행정명령 및 연방 지침을 잇달아 발표하고 있으며, 최근에는 적극성을 갖춘 AI 혁신 추진을 위한 정책으로 전환함.
 - 미국의 AI 정책은 초기('19~'20년)에 AI 투자 촉진·도입 기반을 다지는 법안¹⁾·지침을 마련하였으며, '23~'24년에 생성형 AI 기술의 급격한 발전으로 범정부적 안전 규제와 리스크관리 프레임워크를 발표함.
 - 2025년에 들어서며 이전과 달리 방어적인 규제에서 벗어나 미국의 AI 리더십 확보와 혁신을 가속하기 위한 방향으로 정책을 전면 개편하였으며, 현재도 실질적인 혁신을 최우선 목표로 추진하고 있음.

〈그림 1〉 美 AI 관련 연방법, 행정명령, 지침의 변천사



자료 : 美 회계감사원(GAO), AI 및 생성형 AI와 관련된 연방 법령, 행정명령, 연방 지침에 관한 분석 보고서

1) '20년 「정부 AI 법(AI in Government Act)」, 「생성적 적대 신경망 출력물 확인법(Identifying Outputs of Generative Adversarial Networks Act)」 제정, '22년 「AI 교육법(AI Training Act)」과 「미국 AI 진흥법(Advancing American AI Act)」을 마련함.

- 예산관리국(OMB)²⁾은 AI 기술이 단순 도입 수준을 넘어 혁신적 변화를 이끌기 위해 M-25-21 및 M-25-22의 각서(Memorandum)를 발표했으며, 이는 “행정명령 14179호 미국 AI 주도에 대한 장벽 제거”를 핵심 동력으로 삼아 기관의 효과적인 정책과 프로세스 구축을 도모함.
 - 발표된 2개의 각서는 44 U.S.C. § 3502(1)³⁾에 정의된 기관을 대상으로 하며, 일부 요구사항은 31 U.S.C. § 901 (b)에 명시된 최고 재무 책임자 법(Chief Financial Officers Act) 적용 기관에만 해당함.
 - 또한, 기존 각서 M-24-10(AI 활용 기관을 위한 거버넌스, 혁신, 리스크관리 강화)와 M-24-18(AI의 책임 있는 도입)을 폐지·대체하며, 혁신과 관리가 분절되지 않는 통합 지침의 성격을 지님.
 - M-25-21은 연방 기관의 혁신, 거버넌스, 공공 신뢰라는 3가지 우선순위를 제시하며, ① 기관의 AI 전략 수립, ② 자산 공유 및 재사용 의무화, ③ 미국산 AI 우선 도입, ④ 효과적인 AI 조달, ⑤ AI 인력 활성화 등 전략을 제시함.
 - 구체적으로 연방정부의 AI 활용 촉진을 위해 기관별 실행 조치 사항, 이행 기간, 범위와 함께 거버넌스의 역할과 기구의 책임을 포괄하며, 이는 행정명령 13960호와 14179호에 따라 수립해야 함(〈표 1〉, 참고).

〈표 1〉 AI 활용 가속화를 위한 기관별 주요 조치 사항

주체	조치 사항	발행일로부터 이행 기간	대상 범위	비고
모든 기관	최고 AI 책임자(CAIO) ⁴⁾ 임명 또는 지정	60일 이내	44 U.S.C § 3502 정의된 기관	CFO 법 적용 기관의 CAIO 고위 관리 직급
CFO 법 ⁵⁾ 적용 기관	AI 거버넌스 위원회 소집	90일 이내	31 U.S.C § 901(b) 해당 기관	차관급 의장과 CAIO 부의장 포함
예산관리국(OMB)	CAIO 협의회 소집	90일 이내	법정부 조정 기구	OMB 기관장 또는 지정된 고위 공직자가 의장을 맡음
CFO 법 적용 기관	기관 AI 전략 수립 및 공개	180일 이내	국방부와 정보기관 제외	AI 성숙도 달성 및 장벽 제거 계획 포함
모든 기관	AI 준수 계획 제출 및 공개	180일 이내, 2년마다	모든 기관 (‘36년까지 주기적 갱신)	일관성 확보를 위한 계획 또는 미사용 결정서
	IT 인프라, 데이터, 사이버 보안, 프라이버시 내부 정책 갱신	270일 이내	모든 기관	행정명령 13960호와 14179호 확인
	생성형 AI 정책 개발	270일 이내	모든 기관	허용 가능한 사용 조건 및 보호조치 설정
	고영향 AI의 리스크 최소화	365일 이내	정보기관 제외	미준수 시 AI 사용 중단
	AI 사용 사례 목록 공개 및 갱신	매년	국방부와 정보기관 제외	사용 중인 AI 사례를 목록화하여 웹사이트 게시

자료 : OMB(2025), Accelerating Federal Use of AI through Innovation, Governance and Public Trust.

2) 미국 대통령의 정책 비전을 행정부 전반에 걸쳐 구현을 검토하는 역할을 담당하며, 구체적으로 정책, 예산 관리 및 규제 목표 달성을 지원하고 기관에 대한 법적 책임을 이행함.
 3) 미국법전(United States Code) 부록 5, 제44편 35장 연방 정보 정책에 따르면, 기관은 모든 행정부처, 군사, 정부 기업, 정부 통제 기업, 기타 기관, 독립 규제 기관을 의미하나, 제50편 3003에 정의된 정보기관은 적용에서 제외됨.
 4) 최고 AI 책임자(Chief AI Officers, CAIO)는 조직 내에서 AI 기술 개발, 전략 및 구현을 감독하는 최고 책임자이며, AI를 운영의 핵심 자산으로 보며 조직 전반에 활용 방향을 설정함.
 5) 최고 재무 책임자 법(Chief Financial Officers Act)은 연방정부의 재무 관리·성과표준·보고 등 투명성 강화를 목적으로 제정되었으며, 24개 주요 연방 부처 및 기관에 최고 재무 책임자(CFO) 배치를 의무화함.

- M-25-22는 행정부의 AI 취득 프로세스의 기본 원칙으로 부서 간 협업을 제시하고 있으며, 이는 AI와 같은 신기술 조달 시 잠재적인 장애와 리스크의 방지 또는 조기 발견을 위해 다양한 전문성을 가진 관계자 참여가 중요하기 때문임.
- 다른 2가지 원칙은 데이터 주권 확보를 위한 AI 조달 과정에서 발생할 수 있는 공급업체 종속(Vendor Lock-in) 방지 조항과 비용의 효율성 극대화 및 시스템의 지속성을 보장하기 위해 성과 기반 계약 방식 활용을 제시함.
- 성과 기반 계약 방식은 AI 취득 생애주기 지침(Section 4)의 시장조사 및 기획 단계에서 프로세스가 이행되며, 이와 연동하여 기관이 설정한 지표의 충족 여부를 판단하여 인센티브를 제공하는 보상 체계를 규정하고 있음.
- M-25-21이 정책 방향 설정을 위한 책임자 임명 및 기구 설립에 대한 지침을 제시한다면, M-25-22는 AI 조달의 실질적인 이행에 관한 기관별 필수 조치 사항을 담고 있음. 조달청(GSA)에서 조달을 위한 가이드 계획을 제시하고, 개별 기관은 데이터 주권 및 성능·리스크관리 등 이행에 관한 절차를 마련함.

〈표 2〉 M-25-22에 따른 연방 기관 내 AI 도입을 위한 필수 조치 사항

기관/담당자	조치 사항	발행일로부터 이행 기간	비고
GSA (OMB 협력)	AI 조달 지원을 위한 공개 가이드 계획 수립	100일 이내	공급업체에 AI 조달 권한, 접근 방식, 수단 및 혜택 등 안내
연방 기관별	본 각서에 따른 계약 체결 및 갱신	180일 이내	입찰 공고 또는 갱신 계약에 대한 지침 적용
	데이터 소유권 및 지식재산권 처리 표준화	200일 이내	AI 조달 시 정부와 공급업체 간 지식재산권 및 데이터 권리에 대한 절차 마련
GSA (OMB 협력)	AI 조달 정보 공유를 위한 웹 기반 저장소 개발	200일 이내	행정부처 간 AI 조달 도구, 자원, 모범 사례 공유를 위한 내부 플랫폼 구축
연방 기관별	내부 조달 절차 및 정책 갱신	270일 이내	M-25-21 준수 및 AI 성능·리스크 관리를 위한 교차기능팀(Cross-Function) 구성 명문화
연방 기관별 (개인정보보호 책임자)	개인정보 보호를 위한 정책 및 계약 조항 수립	해당 시점 (계속)	개인식별정보를 포함한 AI 조달 시 법규 준수를 위한 개인정보관리자 조기 참여
연방 기관별	고영향 AI 사용 사례 식별 및 투명성 요건 통보	조달 계획 및 입찰 단계	고영향 AI 해당 여부 판단과 공급업체에 필요한 문서 및 평가 데이터 요구
	공급업체 종속 방지를 위한 계약 조항 포함	입찰 및 계약 단계	지식 이전, 데이터·모델 이식성, 가격 투명성 확보를 통해 공급업체 교체 비용 최소화

자료 : OMB(2025), Driving Efficient Acquisition of Artificial Intelligence in Government.

- 이번 M-25-21 및 M-25-22를 연방정부의 AI 정책 기조가 ‘관료주의 타파를 통한 혁신의 가속화’와 ‘성과 기반 조달 관리를 통한 리스크 통제’를 병행하여 효율성을 확보하는 적극적인 대응 방식으로 전환되었음을 의미함.

❖ GSA, AI 잠재력 극대화·선제적 통제로 책임 있는 혁신을 위한 기틀 마련

- 조달청(GSA)은 발표된 2개 각서의 구체적인 이행 전략으로써 AI 준수 계획을 발표하였으며, 이는 단순한 규정 준수를 넘어 연방정부 내 AI 채택 가속과 관리 방법에 관한 기틀을 제시함.
 - GSA는 AI 정책 전환의 신속한 이행을 위해 ① AI 거버넌스 강화 (AI 거버넌스 체계, AI 사용 사례 인벤토리 확보), ② 책임 있는 AI 혁신 촉진(인재, 공유 및 협업, 요구사항 조화), ③ AI 사용으로 인한 리스크관리(안전·권리 침해 여부 판단, 규정 미준수에 따른 조치, 최소 리스크관리) 계획을 발표함.
 - AI 거버넌스 강화는 GSA의 전략적 의사결정과 실행의 안전성 도모를 위해 마련하였으며, EDGE⁶⁾ 위원회에서 행정명령(14179호 등) 준수 여부 감독하고 AI 안전팀이 기술·리스크 평가 및 윤리 가이드라인 등 실제 이행 방안을 마련하는 이원화된 체계로 운영됨.
 - 다학제 협업으로 구성된 거버넌스 체계는 기술적 가능성과 기관의 책임 사이의 틈을 메움으로써 부서 간 정보 사일로 현상 타파 및 조직 전반의 리스크 대응을 강화하는 효과로 나타남.

〈표 3〉 AI 거버넌스 구성원별 역할과 핵심 업무

구분	최고 AI 책임자(의장)	EDGE 위원회	AI 안전팀
역할	총괄자	결정자	실행자
핵심 업무	기관 전체 비전 설정, 규정 준수 감독	리스크 허용 범위, 우선순위 결정을 위한 정책 수립	사용 사례 판정, 리스크 평가, 보안 집행을 위한 기술 심사
결과물 연계			

자료 : GSA(2025), Artificial Intelligence Compliance Plan, 저자 재구성.

- AI 혁신 촉진의 핵심은 엔터프라이즈 데이터 솔루션(EDS)⁷⁾을 통해 AI의 안전한 테스트와 빠르게 시제품화 할 수 있는 샌드박스와 예산의 중복 투자 방지 및 의사결정 지원을 위한 인벤토리 구축이며, 이는 AI 도입 장벽을 제거 또는 해소하는 적극적인 수단으로 활용됨.
- GSA는 AI 도입에 따른 개인의 권리나 안전에 중대한 영향을 미칠 수도 있는 고영향 AI의 침해 여부 판정·리스크관리 기준 준수를 위한 프로세스 구축하고, 최고 AI 책임자(CAIO)에게 지속적인 모니터링·평가 책임을 부여함.
- GSA의 AI 준수 계획은 거버넌스 세 주체가 각자의 역할을 충실히 이행하고, 엔터프라이즈 데이터 솔루션(EDS)이라는 데이터 플랫폼과 AI 플랫폼(USAi.Gov)이 연결될 때 시너지를 극대화할 수 있음. 이는 AI의 통제 불능 위험을 사전에 방지하는 효과뿐만 아니라 예상하지 못한 위험도 추적을 가능하게 함.

6) 증거 기반 데이터 거버넌스 위원회(Evidence-Based Data Governance Executive Board)는 GSA 정보기술국에 의해 설립되었으며, 기관 내 데이터에 관한 최고 의사결정기구로서 관련 법률 및 정책 이행 여부 준수를 감독함.

7) 조직이 데이터 수집, 저장, 처리, 관리를 통합하는 방식을 지칭하며, 이는 애플리케이션 간 데이터 이동 계약을 해소하여 데이터의 효과적인 사용을 목적으로 함.

- GSA는 AI를 행정서비스 혁신과 공공 신뢰 구축을 위한 전략적 자산으로 보며, 이는 자국 기술 중심의 상호운용성 확보·강화를 통해 실현해야 한다고 밝히고 있음. 이를 위한 AI 조달은 정부 맞춤형의 고유한 애플리케이션 사용보다 시중의 상용 제품 구매 및 이용을 우선함.
 - 연방 조달청의 지침 CIO 2185.1B(25년 11월 공개)는 기존 IT 보안 및 개인정보보호 정책과 함께 운용 되도록 설계되었으며, 앞에 AI 준수 계획(25년 9월 공개)과 관련된 프로그램 운영에 대한 세부 지침을 제공하기 위해 마련됨.
 - 본 지침은 성공적인 AI 조달을 위해서 공고 전 단계부터 준비가 필요하다고 밝히고 있으며, 기존 GSAM 507.104(a)(6) 및 511.1708)에 따라 “① AI 포함 여부 식별 → ② 거버넌스 프레임워크 일치 여부 검토 → ③ 표준 준수 및 조달 담당자 역량 평가 → ④ 조달 전략 승인” 절차로 진행됨(그림 2). 참고).
 - 조달 과정 중에 AI 포함 여부를 처음부터 식별하는 이유는 조달 일정에 예기치 못한 지연을 사전에 방지하여 예산 사용의 효율성 극대화하는 동시에 기술 도입을 가속하는 핵심 동력으로써 작용함.
 - 조달 실행은 FAR 1.102(a)(3)⁹⁾ 및 행동명령 14271호에 따라 정부만 사용할 수 있는 애플리케이션 개발보다 시장에서 검증된 상용 제품 및 서비스 구매를 우선하며, 데이터 주권 확보를 위해 5개 계약 조건(① 데이터 및 IP 권한 명시, ② 지속적 액세스 보장, ③ 데이터 보호 및 통제되지 않은 정보 금지, ④ 투명성·설명 가능성, ⑤ 콘텐츠 레이블링)을 반드시 반영해야 함.
 - 본 지침을 통해서 GSA의 AI 조달은 ‘규제가 아닌 혁신’에 방점이 있음을 재차 확인되었으며, 이는 정부 혁신과 국가 경제성장뿐만 아니라 자국 기업의 경쟁력 강화를 우선하는 행정부의 정책 기조도 영향을 미쳤다고 볼 수 있음.

〈그림 2〉 GSA의 AI 조달 및 획득 절차



자료 : GSA(2025), Accelerating Responsible Use of Artificial Intelligence at GSA, 저자 재구성.

8) 조달청 조달 매뉴얼(General Service Acquisition Manual, GSAM)에 따른 507. 획득 계획(Acquisition Planning)과 511.170 정보 기술 조정 및 표준(Information Technology Coordination and Standards)을 말하며, AI 사용이 필요한 경우 조달 계획 담당자가 GSA 내 최고정보책임자(CIO)·AI 안전팀과 협력해야 하는 근거 규정임.

9) 연방조달규정(Federal Acquisition Regulation, FAR. FAC : 2025-06)에 연방 조달 시스템의 기본 원칙 중에 공공 정책 목표 달성을 규정하며, 조달 과정이 단순한 물품 구매가 아닌 법령과 행정명령으로 정한 사회적·경제적 정책을 이행함을 명시함.

美 연방정부 AI 전략 : ‘단순 지원 → 엄격한 관리 → 혁신 가속화’

- 미국 연방정부의 AI 정책은 초기 지원과 리스크의 엄격한 관리를 거쳐, 2025년 현재 관료적 장벽을 파괴하고 전 국가적 역량을 결집하는 ‘혁신 가속화 및 패권 확보’ 단계로 진입함.
 - 미국의 AI 초기 정책은 연구 개발 투자를 장려하고 AI 도입 시 준수해야 할 기초적인 윤리 및 신뢰 원칙을 세우는 것이었으며, 기틀이 마련된 이후 AI의 잠재적 부작용 통제가 정부의 최우선 정책으로 부각됨.
 - 규제가 혁신을 가로막는 우려가 제기되면서, '25년부터 AI 관련 정책 기조는 미국의 혁신 가속화와 패권 확보로 급진화하였으며, 새로운 각서(M-25-21, M-25-22)를 통해 규제보다는 혁신의 조력자로서 거버넌스를 강조하고 AI 기술을 더 효율적으로 신속하게 취득할 수 있도록 구매 절차를 간소화함.
 - 또한, 기존 최고 AI 책임자(CAIO)의 주된 임무가 리스크 준수 여부를 감시하는 감시자였다면, 현재는 기관의 AI 목표 달성을 위해 관료주의 장벽을 제거하는 역할로 재정립됨.
 - 미국 AI 정책 변화의 3가지 시사점은 ① 연구에서 운영으로 전환, ② 리스크관리 방식 재정의, ③ 범정부적 협업 필수화로 볼 수 있음. 특히 AI 도입에 따른 리스크를 엄격한 관리 대상으로 봤으나, 현행 규정은 혁신을 저해하는 요소로 보지 않고 과감한 혁신을 위해서 속도를 조절하는 ‘안전한 제어 장치’로 인식함.
 - 또한, OMB가 주관하는 기관 간 협의체가 구성되어 기관별 중복 투자 방지와 코드·모델·데이터 등 공유 의무화를 통해 AI 생태계가 형성됨.

- 우리 정부도 미국과 같이 AI를 국가 최우선 전략 과제로 격상하였으나, 추진 체계와 지향점에서 뚜렷한 차이를 보임. 우리 정부는 제조 강국이란 본질적 강점 위에 범국가적 AI 역량을 결집하는 ‘산업 특화형 AI 선도 국가’로 도약을 목표로 함.

- 미국의 AI 전략을 통해 바라볼 때, 우리의 조달 정책은 ① 통합 거버넌스 확립과 법적 파편화 해소, ② 공공이 첫 번째 고객이 되어 AI 시장 조기 형성, ③ 융합 조달 확대 등 3가지 측면에서 강화가 필요함.
 - AI 도입 장벽으로 지적되는 분산된 데이터 관련 법률 간 체계 정비를 위해 미국의 방식(샌드박스)을 벤치마킹하여 우리에게 맞게 현지화할 필요성이 있으며, 비전과 전략의 방향을 일관되게 이끌 수 있는 강건한 기관별 및 기관 간 거버넌스 체계 구축이 필요함.
 - 정부는 단순한 수요자를 넘어 조달 시장의 혁신을 유인하기 위해 AI 초기 구매 사용 사례를 만들어주는 메인 주체가 되어야 하며, AI 기술이 결합된 기술·시설공사·물품 등 새로운 조달에 대응하기 위한 제도의 변화(입찰자 평가 항목 변경·조정 등)와 함께 조달담당자의 역량 강화를 위한 구체적인 방안도 요구됨.



‘위기 상황’ 속 인프라 개념의 확장 필요¹⁰⁾

- 건설업은 IT, 의료, 환경 등 다양한 분야와 학제 간 융합 필요 -

빈재익(연구위원 · jipins@cerik.re.kr)

인프라의 패러다임 전환 : 물리적 공급망에서 ‘생존 담보 환경’으로 확장

- 최근 디지털화, 기후위기, 코비드 등 위기적 상황이 대두됨에 따라, 인프라의 개념을 단순한 물리적 네트워크에서 환경조절 장치로 전환해야 한다는 필요성이 제기되고 있음.
 - 이는 인프라가 생산과 소비 활동을 위한 재화 공급을 넘어, 삶의 공간을 구성하는 인간 및 비인간 존재의 생존을 실질적으로 담보해야 하기 때문임.
- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 및 동법 시행령에서 정의하는 기반시설은 다음과 같은 시설을 포함함.
 - ① 교통시설 : 도로, 철도, 항만, 공항, 주차장, 자동차 정류장, 궤도, 차량검사 및 면허시설
 - ② 공간시설 : 광장, 공원, 녹지, 유원지, 공공공지
 - ③ 유통 및 공급시설 : 유통업무설비, 수도·전기가스·열 공급설비, 방송통신시설, 공동구, 시장, 유류 저장 및 송유 설비
 - ④ 공공문화체육시설 : 학교, 공공청사, 문화시설, 공공필요성이 인정되는 체육시설, 연구시설, 사회복지시설, 공공직업훈련시설, 청소년수련시설
 - ⑤ 방재시설 : 하천, 우수지, 저수지, 방화설비, 방풍설비, 사방설비, 방조설비
 - ⑥ 보건위생시설 : 장사시설, 도축장, 종합의료시설
 - ⑦ 환경기초시설 : 하수도, 폐기물 처리 및 재활용 시설, 빗물 저장 및 이용 시설, 수질오염방지시설, 폐차장
- 인프라의 개념은 경제활동의 기반을 형성하는 도로, 항만, 철도, 발전소 등의 시설과 함께 법, 제도, 정부정책 등까지 포괄해 국가와 사회가 기능하기 위해 마련되어야 할 필수적인 기초 토대를

10) Simon Marvin, Colin Mcfarlane, Jonathan Rutherford(2025), “INFRASTRUCTURAL EXTENSIONS: Rethinking Infrastructure in Urban Studies”, International Journal of Urban and Regional Research 참조.

의미하는 개념으로 확장돼 있음.

- 기후 위기와 기존의 사회적 안전망의 붕괴라는 ‘위기 상황’ 속에서 AI 같은 첨단 기술을 활용하여 삶의 조건들을 미세하게 통제하고 선별적으로 최적화하려는 ‘새로운 통치 전략’이 가능해졌기 때문에 인프라의 개념 전환이 필요함.
- (기후 변화) 기후 변화를 계기로, 환경을 인간만의 삶의 공간이 아니라 다양한 비인간 존재의 생존이 인간의 생존과 얽힌 공간으로 인식함.
 - 이에 따라 환경을 구축하는 데 필수적인 기초 시설이라는 인프라의 개념에 인간의 생태적 생존뿐만 아니라 비인간 생명체와의 공존을 위한 시설이라는 새로운 의미와 함께, 공기, 온도, 물과 같은 자연적 요소들을 적극적으로 관리하고 통제하는 역할이 주어졌음.
- (돌봄 노동의 중요성 증가) 코비드 상황을 통해 보편적으로 경험됐듯이, 신자유주의 정책, 복지국가 모델 미정착, 여성의 사회활동 강화, 인구구조의 변화 등이 발생함.
 - 공공 서비스만으로는 우리 사회 구성원들의 삶을 지탱할 수 없어, 가정, 커뮤니티, 비공식 네트워크 등에서 이루어지는 돌봄 노동과 상호 부조가 필수적인 대안적 인프라로 작동하고 있음.
- (기술적 융합과 알고리즘적 통치) 디지털 기술의 발전에 따른 AI, 센서, 로봇 공학의 일반화로 인해 도시 공간을 실시간으로 감지하고 개입할 수 있는 능력이 비약적으로 확장됨.
 - 인프라는 자원 배분이나 교통흐름 등을 인간의 개입 없이 자동화하고 최적화할 수 있도록, 도시를 실시간으로 학습하고 반응하는 '사이버 공생(cybersymbiotic)' 시스템으로 재편함.
 - 나아가, 생산성을 높이거나 공공질서를 유지하기 위해 인간의 내면(스트레스, 집중력 등)까지 관리하려는 시장과 통치의 필요성에 따라 인간의 인지와 감정 상태까지 데이터화하여 인프라 시스템에 통합시키는 것을 가능하게 됐음.
- (인프라의 목적이 '공급'에서 '변조'로 전환) 과거의 인프라가 표준화된 재화 또는 서비스의 보편적 '공급(provision)'을 목표로 했다면, 현대의 확장된 인프라는 기술 발전을 토대로 대상을 선별적으로 감지하고, 조건을 조정하며, 최적화하는 '변조(modulation)'를 지향함.
 - 이에 따라, 인프라는 단순히 물이나 전기 등을 공급하는 데에서 나아가, 공간의 안전과 효율성을 극대화하기 사회 구성원이 숨 쉬는 공기의 질, 느끼는 감정, 생물학적 생존 가능성 등 '삶 그 자체'를 미세하게 조정하고 통제하는 도구로 기능할 수 있는 데까지 나아감.

● 다음처럼 현대 인프라가 확장하고 있는 5가지의 새로운 영역을 제시할 수 있음.

1. 자연력 인프라 (Elemental Infrastructures)

- 전통적인 인프라가 도로나, 파이프 혹은 전선과 같은 고정된 네트워크를 다룬다면, 자연력 인프라 개념은 공기, 물, 흙, 화학물질, 온도와 같은 '자연력 물질'을 조작하는 기능을 수행함.
- 자연력 인프라는 도시의 공기질, 온도, 습도 등이 일상적인 통치(governance)의 대상이 됨을 의미하며, 이는 자연력 인프라가 제공하는 깨끗한 공기나 쾌적한 온도에 누가 접근할 수 있는가에 대한 사회적 정의 문제를 내포함.

2. 돌봄의 인프라 (Infrastructures of Care)

- 돌봄의 인프라를 통해, 인프라는 코비드 상황에서처럼 전염병이 창궐해 의료시설과 서비스가 포화된 상황에서, 특히 사회적 약자를 중심으로 두드러진 취약성을 공유하고 돌봄의 상호부조를 가능하게 만드는 필수적인 기초 토대로 전화함.
- 급속한 경제성장으로 기존의 사회적 관계가 해체되고 신자유주의의 영향으로 복지국가 체제가 안착하지 못한 상황에서, 가정·커뮤니티 가든·편의점·디지털 플랫폼 등을 통해 비공식적으로 형성된 식량 공유, 주거 지원, 양육·돌봄 등의 상호 부조와 정서적 노동에 주목함.
- 이러한 비공식 돌봄 인프라를 도시 기능 및 주민 생활 유지를 위한 기반시설 계획 체계 내에서 어떻게 공식적으로 인정하고 지원할 것인가에 대한 윤리적·정치적 질문을 제기함.

3. 다종 인프라 (Multispecies Infrastructure)

- 인프라를 인간 중심에서 벗어나 비인간 생명체와의 얽힘 속에서 이해하려는 시도라는 의미를 가지는 다종 인프라의 개념은 다음 세 가지 양상으로 구체화될 수 있음.
 - ① 용도 변경(Repurposing): 비인간 생명체가 인간이 만든 인프라의 틈새나 남겨진 공간에 서식하며 새로운 생태계를 형성하는 것을 지칭함.
 - ② 재조합(Recombinant): 인간의 계획과 무관하게, 혹은 저항하여 하이브리드적 기능하는 것을 지칭하는데, 팬데믹 상황에서 하수시설이 바이러스의 확산 통로가 되는 동시에, 미생물을 채집하여 공중 보건 데이터로 활용하는 하수 역학(wastewater epidemiology)의 적용 대상이 되는 것이 그 사례라고 할 수 있음.
 - ③ 화해(Reconciliation): 야생동물 이동통로(wildlife overpasses) 혹은 녹지축(green corridors)처럼 비인간 생명체와의 공존을 위해 의도적으로 설계된 인프라를 포함함.
- 다종 인프라는 기후 위기 및 그로 인한 생물 다양성의 위기 상황에서, 인간이 구축·관리하는 인프라를 통해 특정 종이 생존을 위한 지원을 받거나 혹은 배제되는 메커니즘에 주목함.

- 특히 이러한 인프라 체계가 누구 혹은 어떤 종의 삶을 우선시하고 소외시키는지에 대한 윤리적·정치적 질문을 제기함.

4. 사이버 공생 인프라 (Cybersymbiotic Infrastructures)

- 인공지능(AI), 센서 네트워크, 로봇 시스템 등이 도시 환경에 깊숙이 통합되어 도시를 실시간으로 감지하고 재조직하는 시설로서 인간, 기계, 그리고 환경 시스템이 복잡하게 얽혀서 상호작용하는 디지털 및 물리적 융합을 함의함.
- 일반적으로는 자동화된 물류 창고나 스마트 에너지 그리드처럼 인공지능의 계산 능력과 센스 또는 로봇장치를 이용한 자동화된 운영이 융합된 반응형 시스템으로 설치·운영됨.
- 인공지능과 연결된 자동화 시스템의 블랙박스적 성격을 완화하기 위해, 시민들의 디지털 흔적을 수집·분석·시각화해 공공 공간에 되돌려주는 실험적 예술 프로젝트인 IAQOS(Intelligent Artificial Quantum Observatory for Society)가 로마 등에서 진행됐음.
- 사이버 공생 인프라는 단순한 기술적 연결을 넘어 '알고리즘적 행위자성'이 자원 배분이나 위험 관리에 개입하는 것을 의미하기 때문에, 이에 대한 책임 소재와 통제권에 대한 윤리적 문제를 제기함.

5. 신경 기술 인프라 (Neurotechnical Infrastructures)

- 이 인프라는 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI), 감정 컴퓨팅(affective computing) 등을 통해 인간의 지각, 감정, 의도가 기술 시스템과 직접 연결되는 것을 지칭함.
- 대중교통 이용객의 표정과 신체 언어를 센서로 포착하여, 혼잡 시 스트레스를 줄이기 위해 조명이나 디지털 안내판을 자동으로 조절하는 실험이 진행되고 있는 싱가포르 사례처럼, 공공장소의 생체 인식 감시, 사용자의 감정 상태에 반응하는 플랫폼 서비스, 그리고 작업자의 집중도에 따라 반응하는 일련의 피드백 시스템을 갖춘 스마트 작업 공간 등이 포함됨.
- 신경 기술 인프라를 통해 인간의 내면(감정, 인지)이 인프라적 통치(governance)의 대상이 됨. 이는 신경 데이터에 대한 접근권, 프라이버시, 그리고 인프라에 내재해 있는 '정상적인' 인지 상태나 감정에 대한 강요(normativity)라는 심각한 윤리적 쟁점을 함의함.

'기술에서 가치' : 초연결·다종 공생 시대를 위한 건설업의 융합 전략

- 기존의 인프라는 도로·항만·파이프라인 등 가시적이고 고정된 물리적 네트워크, 혹은 이를 설치·유지하기 위한 법과 제도, 문화와 환경 등을 의미함.
- 그러나 기후 위기와 디지털 혁명의 시기를 맞이하여, 인프라의 개념은 기온·대기 질 등의 자연 물질과 미생물을 비롯하여 알고리즘, 인간의 신경과 감정까지 포괄하는 영역으로 확장됨.

- 확장된 인프라는 단순히 물이나 전기 등을 '공급(provision)'하는 것에서 벗어나, 우리가 숨 쉬는 대기, 느끼는 감정, 생존 가능성 자체를 감지하고 선별적으로 최적화하는 '변조(modulation)'의 장치로 작동할 수 있음.
- 인프라의 확장은 깨끗한 공기나 쾌적한 온도에 대한 접근성, 알고리즘에 의한 자원 배분의 불투명성, 신경 데이터에 대한 접근권 및 프라이버시 침해 등, 새로운 형태의 계층화와 배제의 원인이 될 수 있음.
- 인프라의 개념적 확장에 맞서 건설업계는 물리적 구조물을 세우는 전통적인 역할을 넘어, 생물학적·생태적·인지적 차원이 결합된 복합 시스템을 설계하고 관리하는 주체로 진화해야 함.
 - 사이버 공생 및 신경 기술 인프라의 등장은 건물과 도시가 스스로 학습하고 반응하는 공간이 되는 것을 의미하기에, 건설업은 사용자의 스트레스 수준이나 신경 신호에 따라 조명과 온도를 실시간으로 조절하는 지능형 작업 공간이나 주거 공간 혹은 생활 공간 등, 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 로봇 공학을 물리적 구조물과 결합한 사이버-물리(cyber-physical) 시스템을 설계하고 구축할 수 있는 역량을 구축해야 함.
 - 일본의 노후 인프라 대응 사례에서 보듯, 건설 시장의 무게 중심은 신규 건설에서 기존 인프라의 상태를 파악하고 수명을 예측하여 적기에 보수하는 유지관리 및 자산관리(Asset Management) 시장으로 이동하고 있어, 건설업은 센서, 비파괴 검사, 드론 및 로봇 기술, 빅데이터 분석 등을 활용하여 인프라의 건전성을 모니터링하고 생애주기 비용을 줄이는 첨단 유지관리 기술을 확보해야 함.
 - 지속가능성이 강조되는 시대에 건설은 인간만을 위한 것이 아니라 비인간 생명체(동식물, 미생물 등)와의 얽힘을 고려하여 녹지 축, 야생동물 이동통로, 기후 통제 생물군계(biome)와 같은 인프라 구축 역량을 강화할 필요가 있음.
 - '돌봄'과 '삶의 질(Quality of Life)'을 추구하는 상호 부조 등 사회적 관계와 돌봄 노동이 원활하게 순환될 수 있는 '관계적 생태계(relational ecologies)'를 갖춘 '살고 싶은 도시'를 만드는 방향으로 건설업의 패러다임을 전환할 필요가 있음.
- 인프라의 영역이 AI, 빅데이터, 인지과학, 생태학, 플랫폼 경제, 돌봄 윤리 등으로 확장됨에 따라 건설업은 IT, 의료, 환경 등 다양한 분야와 학제 간 융합을 도모해야 함.