

AI 시대 교통 시스템의 변화

인공지능 기반
모빌리티 플랫폼의
통합적 구성,
국가교통 시스템의
근본적인 체질 개선

들어가는 말

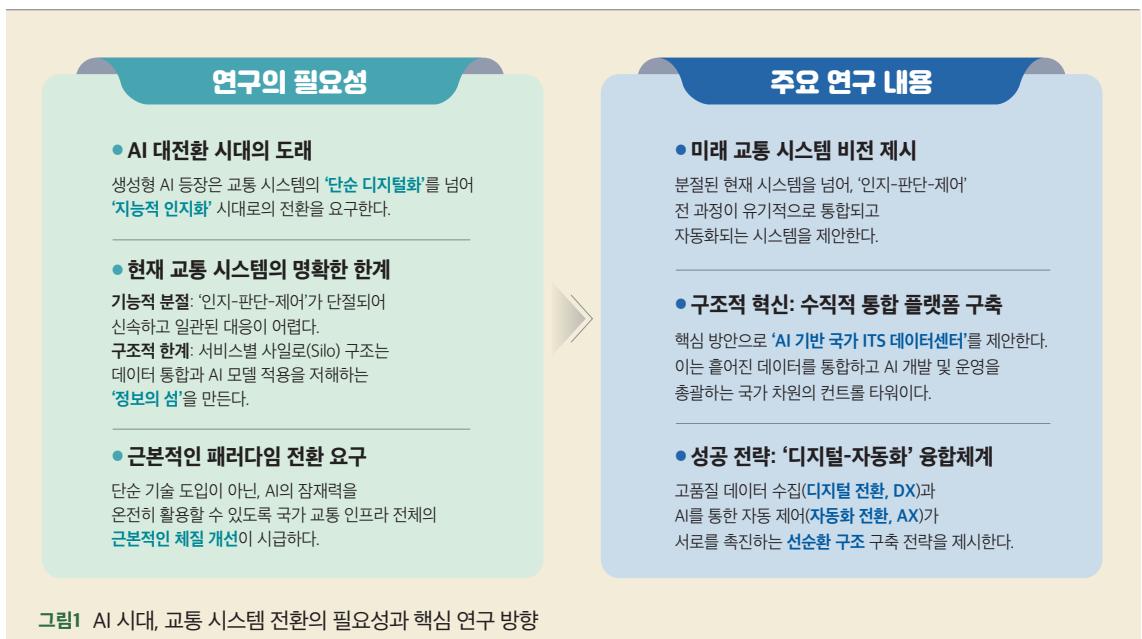
생성형 AI 기술의 등장은 산업과 사회 전반에 걸쳐 근본적인 변화를 이끌고 있으며, 국가의 '중추 신경망'이라 할 교통 시스템도 거대한 전환점을 맞이하고 있다. 과거의 교통 시스템이 데이터를 단순히 디지털화하는 데 그쳤다면, 이제는 시스템 스스로 방대한 데이터를 기반으로 복잡한 상황을 이해하고 미래를 예측하며 최적의 해법을 실행하는 '인지화(Cognition)' 시대로 나아가고 있다. 이는 AI가 더는 도로 위의 차량과 보행자를 구분하는 수준에 머무르지 않고, 도시 전체의 데이터를 종합해 최적의 교통 운영 전략을 세우는 능동적인 '전략가'로 진화했음을 의미한다.

이러한 변화는 기존 시스템에 단순히 새로운 기술을 덧붙이는 수준을 넘어, 국가교통 인프라 전체를 AI의 새로운 능력을 온전히 활용할 수 있도록 재설계해야 한다는 과제를 제시한다. 이미 에너지,

공중 보건 등 다른 핵심 인프라 분야에서는 AI 중심의 혁신이 빠르게 진행되고 있으며, 이는 교통 분야의 변화가 더는 선택이 아닌 시급한 필수 과제임을 보여준다. 이 글에서는 이러한 시대적 요구 속에서 대한민국 교통 시스템의 현주소를 살펴보고, AI 시대를 선도하기 위한 전환의 청사진을 제시하고자 한다.

현재 교통 AI의 특징과 과제

현재 교통 시스템에 도입된 AI 기술은 여전히 잠재력의 일부만 발휘되고 있다. 지능형 교통 시스템(ITS)은 전통적으로 '인지-판단-제어'의 기능을 수행하지만, 실제 운영에서는 각 기능이 유기적으로 연결되지 못하고 독립적으로 운영되는 특징을 보인다. 예를 들어, AI 영상 분석을 통해 사고나 교통량을 탐지하는 '인지' 단계는 자동화가 상당 부분 이루어졌으나, 수집된 정보는 대개 특정 지점



에 국한된 단편적인 수준에 머무른다. 반면, 수집된 정보를 바탕으로 대응하는 '판단-제어' 단계는 여전히 운영자의 수동적 개입에 크게 의존하고 있어 신속하고 일관된 대응에 한계가 있다. 예를 들어, CCTV 화면에서 사고가 확인되더라도 후속 조치는 교통 센터 운영자의 경험과 판단에 따라 달라지며, 이 과정에서 시간이 지연되거나 대응 수준이 일정하지 않은 경우도 발생한다.

이러한 한계는 현재 시스템의 기술적 구조와도 깊은 관련이 있다. 현재 도로 교통 AI 시스템은 대부분 '에지 컴퓨팅(Edge Computing)'과 '온프레미스(On-premise)' 방식, 또는 이 둘을 혼합한 '하이브리드' 방식으로 구축되어 있다. 에지 컴퓨팅은 데

이터가 발생하는 현장(edge), 즉 도로변의 센서나 장치에서 직접 데이터를 처리하는 기술이다. 이는 데이터 전송 거리를 줄이고 현장에서 빠른 '인지'를 가능하게 한다는 장점이 있다. 교차로의 AI 카메라가 보행자를 실시간으로 감지해 경고를 보내는 것이 대표적인 사례다. 하지만 이러한 구조는 지능이 개별 장비에 흩어진 '정보의 섬(Islands of Information)'을 형성하게 만든다. 각 에지 장치는 자신이 관할하는 좁은 영역만 처리하고, 인접 지역이나 도시 전체와 연계한 종합적 판단은 어렵다. 결과적으로 현재의 AI는 '단위 객체(Object) 중심 인지'에 머물러 있으며, 여러 정보를 연결해 전체 흐름을 파악하는 '맥락(Context) 기반 종합 상황

인지'로 나아가는 데에는 한계가 있다.

수집된 데이터가 각 지역 센터의 폐쇄형 온프레미스 서버에 저장된다는 점도 한계로 지적된다. 온프레미스는 데이터를 물리적으로 소유한 서버에 직접 설치·운영하는 방식으로, 초기에는 보안과 통제 측면에서 장점이 있어 널리 사용됐다. 그러나 AI 시대에는 확장성과 유연성이 떨어진다는 약점이 드러난다. 센터별로 독립적으로 운영되는 서버들은 컴퓨팅 자원 확보가 어렵고, 필요에 따라 자원을 신속히 늘리거나 줄이는 것도 쉽지 않다. 이 때문에 대규모 AI 모델 학습이나 도시 전역 데이터를 통합 분석하는 데 필요한 막대한 연산 능력을 확보하기 힘들다. 더불어 스마트 교차로, 도로 보수, 버스정보시스템(BIS) 등 서비스별로 따로 구축된 서버와 플랫폼은 시스템 간 데이터 연계와 통합을 가로막는 구조적 요인이 되고 있다.

결국, 현재 교통 시스템의 과제는 데이터나 센서의 양이 아니라, 이를 종합해 통찰을 이끌어내는 중앙의 '뇌' 역할이 없다는 것이다. 아무리 개별 교차로의 사고를 감지하는 '눈'(에지 센서)의 성능을 높여도, 도시 전반의 교통 흐름에 어떤 영향을 줄지 예측하고, 수백 개의 신호등을 유기적으로 제어할 수 있는 '뇌'(중앙 플랫폼)의 기능이 충분하지 않다면 시스템 전체의 지능은 한계에 부딪힐 수밖에 없다. 이는 첨단 센서 도입 노력에도 불구하고 교통 문제 개선 효과가 미비한 이유 중 하나로 볼 수 있으며, 이를 해결하려면 기술 아키텍처 자체의 전환이 필요하다.

“

미래 교통 시스템은 AI가 '인지-판단-제어'의 전 과정을 하나의 과정으로 유기적으로 연결하고 자동화하여, 안전과 효율을 극대화하는 방향으로 발전할 것이다. 특히 생성형 AI의 등장은 교통 계획, 운영, 정책 결정 등 교통 전반에 걸쳐 혁신적인 변화를 촉진할 것으로 보인다.

”

미래 교통 시스템의 비전:

'인지-판단-제어'의 통합 자동화

미래 교통 시스템은 AI가 '인지-판단-제어'의 전 과정을 하나의 과정으로 유기적으로 연결하고 자동화하여, 안전과 효율을 극대화하는 방향으로 발전할 것이다. 이는 더는 단편적인 정보에 의존하는 것이 아니라, 복합적인 상황을 맥락적으로 이해하고 그에 맞는 최적의 해결책을 스스로 제시하는 것을 의미한다. 특히 생성형 AI의 등장은 교통 계획, 운영, 정책 결정 등 교통 전반에 걸쳐 혁신적인 변화를 촉진하고 있다.

앞으로의 도로 모니터링 시스템은 단순히 사고를 감지하는 수준을 넘어, 도로 위에서 발생하는 다양한 상황의 의미를 이해하고 최적의 대응 방안을



자동으로 제안하는 형태로 진화할 것이다. 이는 영상과 텍스트를 동시에 분석하는 비전-언어 모델(VLM)과 같은 최신 멀티모달 AI 기술을 통해 가능해진다. 예를 들어, 도로 CCTV 영상을 분석한 AI가 “3중 추돌사고 발생, 2차로 통제 필요”처럼 상황을 텍스트로 구체적으로 ‘인지’하거나, “도로 위 낙하물로 인한 청소 필요” 또는 “위험물 운반 차량의 전복으로 인한 유해 물질 유출 가능성”과 같이 복합적인 위험까지 상세히 묘사할 수 있다.

이렇게 정밀하게 인지된 정보는 AI의 ‘판단’ 능력을 고도화한다. AI는 상황의 심각성과 유형에 맞춰, “유해물질 처리팀 출동 요청, 반경 500m 차량 우회 안내, 전광판(VMS)에 경고 메시지 표출”과 같은 구체적이고 실행 가능한 ‘제어’ 방안을 즉시 제안한다. 이 과정에서 운영자는 단순 승인이나 세

부 조정만 수행하면 되므로, 경험이 적은 인력으로도 전문가 수준의 신속하고 안정적인 대응이 가능해진다.

모빌리티 서비스 역시 AI를 통해 ‘데이터 수집-분석-대응’ 전 과정을 하나의 파이프라인으로 통합하여, 시민들의 교통 불편에 실시간으로 대응하는 체계로 발전할 것이다. AI는 사회·경제, 통신, 대중교통 이용 등 다양한 데이터를 통합 분석하여 특정 지역의 이동 취약성을 정밀하게 진단하고, 대중교통이 부족한 사각지대를 즉시 파악할 수 있다. 이는 기존의 현장 조사 방식으로는 어려웠던 빼르고 객관적인 문제 진단을 가능하게 한다. 진단 결과에 따라 AI는 수요응답형 교통(DRT)과 같은 맞춤형 서비스의 최적 운영 방안을 자동으로 도출하고, 시뮬레이션을 통해 효과를 사전에 검증

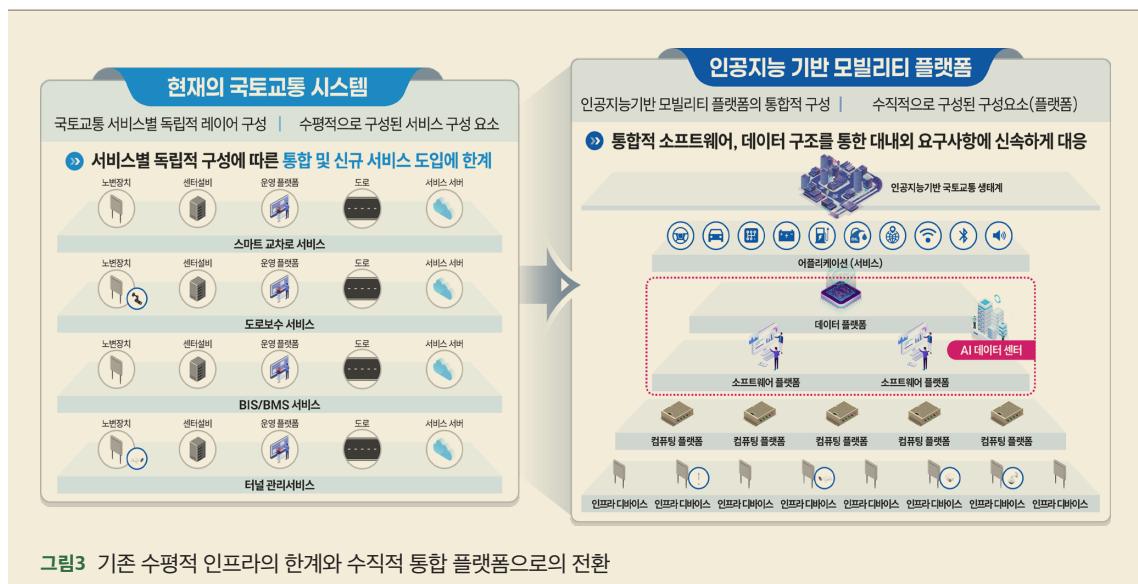
한다. 예를 들어, “A 지역은 저녁 시간대 병원 방문 수요가 높으나 대중교통 공급이 부족하므로, 해당 시간대에 DRT 차량 2대를 추가 투입하고 최적 경로를 설정”과 같은 맞춤형 대안을 즉각적으로 제시할 수 있다. 이처럼 데이터 기반의 자동화된 진단과 해결책 제시는 교통 정책의 시의성과 효과성을 높여 시민의 이동권 보장에 크게 기여하게 될 것이다.

AI 대전환을 위한 인프라 혁신

현재 대한민국의 국토교통 인프라는 서비스별로 독립적으로 운영되는 ‘사일로(silo)’ 구조를 갖고 있다. 스마트 교차로, 도로 유지보수, 버스정보시스템(BIS/BMS) 등 각 서비스는 자신만의 노면 장치, 센터 설비, 운영 플랫폼, 서버를 개별적으로 보유하고 있으며, 서로 다른 체계로 구축·운영되고 있다. 이러한 수평적 나열 구조는 여러 한계를 드러낸다.

첫째, 효율성과 투자 측면의 비효율이 크다. 각 서비스가 독자적으로 하드웨어와 소프트웨어를 구축·운영하다 보니 비용이 중복 발생하고, 데이터도 시스템별로 파편화된다. 이로 인해 서비스 간 데이터 연계가 어렵고, 새로운 가치를 창출하기 위한 융합 서비스 구현에 제약이 따른다. 예를 들어, 도로 유지보수 시스템에서 수집한 포트홀 정보를 버스정보시스템과 연계하여 버스의 경로를 실시간으로 최적화하는 서비스는 현재 구조에서는 구현하기에 어려움이 따른다.

“
현재 대한민국의 국토교통 인프라는 서비스별로 독립적으로 운영되는 구조를 띠고 있다. 스마트 교차로 등 각 서비스는 자신만의 노면 장치, 센터 설비, 운영 플랫폼, 서버를 개별적으로 보유하고 있으며, 서로 다른 체계로 구축·운영되고 있다. 이러한 수평적 나열 구조는 여러 한계를 드러낸다.”



분산된 상태에서는 이러한 요구를 충족시키기 어렵다. 이는 강력한 엔진을 여러 조각으로 나누어 놓은 것과 같아, 잠재력을 온전히 발휘하기 힘든 상황이다.

이러한 구조적 한계를 극복하려면 아키텍처 패러다임을 '수평적 분산'에서 '수직적 통합'으로 전환해야 한다. 핵심은 모든 교통 서비스가 하나의 공통 기반 플랫폼을 공유하는 인공지능 기반 국토교통 생태계를 구축하는 것이다. 생태계의 하단에는 물리적 인프라와 디바이스가 놓이고, 그 위에는 컴퓨팅·소프트웨어·데이터 플랫폼이 통합되어 견고한 기반을 형성한다. 최상단에는 다양한 교통 서비스 애플리케이션이 위치하여, 필요할 때 통합 플랫폼의 지원을 자유롭게 활용할 수 있도록 한다.

수직적 통합 플랫폼의 중심에는 'AI 기반 국가 ITS 데이터센터'가 자리하게 된다. 이는 국토교통부, 한국도로공사, 그리고 전국 각지의 지자체가 개별적으로 운영하던 지능형교통시스템(ITS) 센터를 '중앙 주도로 통합하는 국가 차원의 컨트롤 타워적' 역할'로 재편하는 개념이다.

‘AI 기반 국가 ITS 데이터센터’의 구축은 다음과 같은 혁신이 기대된다. 첫째, 데이터 통합과 관리 효율의 극대화가 이루어진다. 전국에 흩어져 있던 교통데이터를 단일 데이터 플랫폼으로 통합함으로써 ‘수집·분석·관리 효율’을 비약적으로 향상시키고, AI 학습에 필수적인 고품질 대규모 데이터셋을 확보할 수 있다. 둘째, AI 기반 서비스의 고도화를 촉진한다. 중앙집중화된 강력한 컴퓨팅 자

원을 활용하여 사고·돌발 상황 감지, 전국 단위의 신호 최적 제어, 재난 감지 등 기존에는 불가능했던 고도화된 AI 서비스의 개발과 적용이 가능해진다.셋째, 실시간 운영 능력의 혁신을 가져온다. 전국 교통 상황을 한눈에 모니터링하고, AI의 예측과 분석에 기반한 자동화된 대응 및 보고 체계를 통해 국가 전체의 즉각적이고 일관된 운영이 가능해진다.

그러나 중앙집중형 모델로의 전환은 단순히 기술적 변화만으로 이루어지지 않는다. 각 지자체가 보유하던 데이터 주권과 관계 권한의 일부를 국가로 이관하는 것을 전제로 함으로 데이터 소유권과 보안, 개인정보 보호, 예산 분담, 중앙과 지역 간 목표 조율 등 복합적인 거버넌스 문제가 뒤따른다. 따라서 'AI 국가 ITS 데이터센터' 구축은 기술적 로드맵과 함께 중앙정부와 지방정부 간의 새로운 협력 모델과 법·제도적 기반을 마련하는 과정이 반드시 병행되어야 한다. 이는 단순한 기술 업그레이드를 넘어, 국가 핵심 인프라의 데이터 거버넌스 체계를 한 단계 진화시키는 중대한 국가 프로젝트다.

'자동화' 실현을 위한 융합 체계 구축

국토교통 분야에서 인공지능을 효과적으로 도입하고 혁신을 이루기 위해서는 단순한 기술 도입을 넘어, 산업 전반의 디지털 전환과 AI 기반 자동화 전환을 동시에 추진하는 융합 체계를 마련해야 한다. 이 두 가지 전환은 선후 관계가 아니라, 서로를

“
국토교통 분야에서 인공지능을 효과적으로 도입하고 혁신을 이루기 위해서는 단순한 기술 도입을 넘어, 산업 전반의 디지털 전환과 AI 기반 자동화 전환을 동시에 추진하는 융합 체계를 마련해야 한다.”

촉진하며 함께 발전하는 상호보완적인 과정이다. 디지털 전환(Digital Transformation)은 교통과 관련된 모든 아날로그 정보를 디지털 데이터로 변환하고, 이를 수집·저장·분석할 수 있는 기반을 마련하는 것을 의미한다. 이는 도로대장이나 교량 도면 같은 정적 정보의 디지털화(BIM 등)를 넘어, 차량의 움직임, 보행자의 동선, 신호등의 상태 등 동적 정보의 실시간 수집까지 포함한다. 그러나 현재 국토교통 분야의 클라우드와 사물인터넷(IoT) 기술 도입 수준은 일반 IT 산업에 비해 낮아, 실시간 데이터 수집과 분석 기반이 충분하지 않다. 이 점이 곧 본격적인 디지털 전환을 서둘러야 하는 이유다.

자동화 전환(Automation Transformation)은 이렇게 축적된 디지털 데이터를 AI가 학습하여 물리 세계를 이해하고 예측하며, 최적의 제어를 수행하는 과정을 말한다. 이는 디지털 트윈 기술을 통해 현실 세계를 가상 공간에 복제하여 시뮬레이션하고, AI가 도출한 최적의 제어 값을 다시 현실 세계의 신호등이나 VMS 등에 적용하는 물리 세계와의 융합 과정을 포함한다.

이 두 전환이 융합되어야 하는 이유는 명확하다. 고품질 디지털 데이터 없이는 고성능 자동화 AI를 구현할 수 없고, 반대로 자동화 효과가 입증되지 않으면 데이터 수집에 대한 투자도 지속되기 어렵다. 잘 정제된 데이터는 AI의 성능을 높이고, 검증된 AI 서비스는 더 많은 양질의 데이터를 확보하게 만드는 선순환 구조를 형성한다.

현재 교통 시스템은 데이터 수집, 시뮬레이션, AI 모델 개발 등 개별 기술은 발전했지만, 이를 하나의 통합된 체계로 연결해 자동화라는 목표를 향해 나아가는 시도는 부족했다. 이제는 단절된 고리를 연결하고 요소 기술 간 시너지를 극대화할 수 있는 시스템적 접근이 필요한 시점이다.

율을 일부 개선하는 데 그쳤다면, 생성형 AI로 대표되는 현재의 AI는 맥락을 이해하고, 복합적인 정보를 종합하며, 최적의 대안을 스스로 생성하는 '전략가'로 진화했다. 따라서 이제 우리의 목표는 단순히 더 나은 기술을 기존 시스템에 덧붙이는 것이 아니라, AI의 새로운 가능성을 온전히 담아낼 수 있도록 국가교통 시스템의 근본적인 체질을 개선하는 방향으로 나아가야 한다.

체질 개선의 핵심은 개별 요소 기술의 고도화뿐 아니라, 동시에 그동안 단절되어 있던 데이터와 기능의 파이프라인을 연결하여 진정한 '자동화'를 구현하는 것이다. 지금까지 데이터 수집, 시뮬레이션, AI 모델 개발 등은 각자의 영역에서 발전해 왔지만, 이를 하나로 엮는 유기적 통합은 부족했다. 이제는 '디지털 전환'을 통해 수집된 데이터를 '자동화 전환'으로 자연스럽게 연결하고, AI의 분석과 판단이 물리적 제어로 이어지는 끊김 없는 융합 체계를 구축해야 한다. 이 파이프라인이 완성될 때, 비로소 AI는 단순 보조 도구를 넘어 국토교통 전반의 혁신을 주도하는 핵심 엔진으로 작동하게 될 것이다. ■■■

맺음말

AI 대전환의 시대를 맞아, 우리는 오늘날의 AI가 과거와는 본질적으로 다른 존재임을 먼저 인식해야 한다. 과거의 AI가 주로 특정 객체를 인식하거나(인지), 정해진 규칙에 따라 단순 업무를 보조하는(판단) 등 개별 요소 기술로서 기존 시스템의 효