

[발제문]

제26장 GeoAI가 열어가는 인문지리학: 토지 이용 분석의 정밀화와 사회적 가치

강석영

본문요약

본 장은 인구 증가와 자원 고립이라는 지구적 위기 상황에서 GeoAI가 인문지리학 연구, 특히 토지 이용 및 토지 피복(LULC) 분석 분야에서 수행하는 혁신적인 역할을 심도 있게 다룹니다. 인류의 활동은 지구 지표면을 극적으로 변화시켜 기상, 기후, 수문 순환 및 생지화학적 순환에 지대한 영향을 미쳤습니다. 따라서 지표면의 현황을 정확히 나타내는 LULC 데이터는 단순한 환경 모델의 입력 자료를 넘어, 인간과 환경의 상호작용을 이해하고 지속가능발전목표(SDGs)를 달성하기 위한 정책 결정의 핵심 근거가 됩니다.

최근 원격 탐사(Remote sensing) 플랫폼의 증가와 지구 관측(Earth Observation, EO) 데이터의 가용성 확대는 지리학자들에게 제타바이트급의 지리공간 빅데이터를 제공하고 있습니다. 이러한 방대한 데이터를 빠르고 정확하게 분석하여 목적에 맞는 지리 정보로 변환하기 위해 GeoAI 방법이 널리 채택되고 있습니다. 과거에는 픽셀 분류나 객체 기반 분석이 주를 이뤘으나, 최근에는 Sentinel, Landsat 등 다양한 플랫폼의 데이터와 결합된 딥러닝 기반 접근 방식으로 패러다임이 전환되었습니다. 특히 CNN(합성곱 신경망)과 트랜스포머(Transformer) 기반 아키텍처는 이미지 내의 맥락적 정보와 장거리 의존성을 추출하는 능력을 바탕으로 시맨틱 세그멘테이션의 정밀도를 혁신적으로 높였습니다. U-Net, ResNet, DeepLabV3+ 및 최근의 SAM(Segment Anything Model)과 같은 모델들은 지표면의 복잡한 경계를 식별하며, 다시기 분석을 통해 토지 변화의 동력을 규명하는 강력한 도구가 됩니다.

인위적인 LULC 변화는 생태계와 사회경제 전반에 걸쳐 심각한 영향을 미칩니다. 본문은 네 가지 주요 토지 전환 유형인 도시화, 산림 파괴, 농경지 확장, 토지 방치를 상세히 다룹니다. 도시 확장은 인구 이동, 경제적 압박, 정부 정책이 얽힌 역동적 과정이며, GeoAI는 이를 정량화하고 인구 추정치와 같은 도시 통계를 도출하는 데 기여합니다. 산림 파괴는 전 세계 산림의 90%가 농업 개발로 인해 사라지는 시급한 문제이며, 농경지 확장은 식량 수요 증가와 기술 발전으로 인해 자연 서식지를 대체하며 진행됩니다. 특히 농촌 인구 감소로 인한 토지 방치는 인문지리학적으로 중요한 변화를 시사합니다. 이러한 변화들은 도시 열섬 현상 심화, 홍수 빈도 증가, 대기 오염 악화뿐만 아니라 지표면의 알베도와 거칠기를 변화시켜 강수 패턴을 교란하는 기후 피드백 루프를 형성합니다.

결론적으로 GeoAI는 인문지리학 분석의 전통적 방법론을 개선하고 지속 가능한 발전과 재난 관리를 위한 새로운 길을 열어줍니다. 비록 대량의 라벨링 데이터 의존성과 같은 한계가 존재하지만, 향후 연구는 정책 수립에 즉각 통합될 수 있는 설명 가능한 모델 개발에 집중해야 합니다. 또한 거대언어모델(LLM)을 활용한 지리공간 데이터 해석은 인문지리적 서사와 패턴에 대한 깊은 이해를 제공할 것이며, 이러한 기술적 진보는 궁극적으로 기후 회복력과 생물 다양성 보존을 지원하여 인문지리학 분야를 더욱 풍요롭게 할 것입니다.

서론

현대 인문지리학은 전례 없는 데이터의 홍수 속에서 새로운 전환점을 맞이하고 있습니다. 인구 증가와 환경 파괴라는 거대한 위협 앞에서, 지리학자의 역할은 단순히 지표면의 현상을 기록하는 것을 넘어 그 이면

에 숨겨진 인간의 동기와 사회적 결과를 과학적으로 규명하는 데 있습니다. 오늘 우리는 지구 관측(Earth Observation) 데이터의 비약적인 증가와 이를 해석하는 GeoAI 기술의 발전이 인문지리학의 고전적 주제인 토지 이용 및 토지 피복(LULC) 분석을 어떻게 혁신하고 있는지 논의하고자 합니다. 이 기술적 진보가 단순히 분석의 정밀도를 높이는 것에 그치지 않고, 어떻게 우리의 삶을 지속 가능하게 만드는 실천적 지식으로 전환될 수 있는지 세 가지 관점에서 살펴보려고 합니다.

1. 방법론적 혁신: 원격 탐사와 GeoAI가 결합된 맥락의 지리학

첫 번째 발제 포인트는 원격 탐사(Remote sensing) 데이터 해석 방식의 근본적인 변화입니다. 과거 지형 분석이 분석가의 숙련도나 단순한 통계 수치에 의존했다면, 이제는 트랜스포머 기반의 딥러닝 아키텍처를 통해 이미지 내의 복잡한 맥락과 공간적 관계를 스스로 학습하는 시대로 진입했습니다. 시맨틱 세그멘테이션 기법은 지표면의 미세한 경계를 픽셀 단위로 구분해냄으로써 도시화나 산림 파괴의 양상을 전혀 없는 해상도로 복원해줍니다. 우리는 여기서 기술적 정교함이 지리학의 전통적 가치인 현장성과 어떻게 조화를 이룰 수 있을지 질문해야 합니다. GeoAI가 제공하는 고도의 정량적 데이터가 지리학자의 인문학적 통찰과 결합될 때, 우리는 비로소 데이터 너머의 실재하는 공간의 이야기를 읽어낼 수 있을 것입니다.

2. 소외된 공간의 재조명: 농경지 방치와 확장이 던지는 사회적 질문

두 번째로 주목할 점은 본문에서 지적한 연구의 불균형 문제입니다. 현재 많은 GeoAI 연구가 가시적인 성과를 내기 쉬운 도시 확장이나 대규모 산림 파괴에 집중되어 있지만, 인문학적으로 더욱 깊은 함의를 지닌 변화는 '토지 방치'와 '농경지 확장'의 영역에서 일어나고 있습니다. 농촌의 인구 감소로 인한 토지 방치는 지역 공동체의 붕괴와 지리적 소멸을 의미하며, 농경지 확장은 식량 안보와 환경 보존 사이의 치열한 갈등을 반영합니다. 우리는 GeoAI를 통해 포착된 이러한 세밀한 토지 변화 데이터를 활용해 소외된 지역을 위한 정책적 대안을 어떻게 수립할 수 있을지 논의해야 합니다. 이는 기술이 단순히 화려한 도시를 비추는 것에 그치지 않고, 사라져가는 지역의 가치를 재발견하는 도구로서 어떻게 기능할 수 있는지에 대한 윤리적 질문이기도 합니다.

3. 실천적 지식으로의 전환: 설명 가능한 GeoAI와 지속 가능한 거거넌스

마지막으로, GeoAI 연구가 지향해야 할 최종 목표는 '정책적 활용성'과 '설명 가능성'에 있습니다. LULC 데이터는 기후 모델의 핵심이자 지속가능발전목표(SDGs)를 평가하는 결정적인 척도입니다. 그러나 딥러닝 모델의 복잡한 연산 과정은 때때로 정책 입안자들에게 신뢰의 문제를 제기하곤 합니다. 따라서 우리는 사회경제적 변수와 환경적 요인을 통합하여 분석 결과의 원인을 명확히 설명할 수 있는 '설명 가능한 GeoAI'로 나아가야 합니다. 최근 주목받는 거대언어모델(LLM)과의 결합은 복잡한 지리 정보를 대중이 이해하기 쉬운 서사로 변환하여 사회적 합의를 이끌어내는 데 기여할 수 있습니다. 기술이 도출한 수치가 어떻게 실제 주민의 삶을 개선하는 정책으로 연결될 수 있을지, 그 가교 역할에 대해 깊은 고민이 필요합니다.

결론

결론적으로 GeoAI는 인문지리학에 있어 단순한 보조 도구가 아니라, 인간과 환경의 복잡한 상호작용을 풀어내는 지능형 렌즈의 역할을 수행합니다. 지구 관측을 통해 얻은 방대한 데이터는 GeoAI라는 정교한 여과 장치를 거쳐 비로소 우리 사회의 회복력을 높이는 실천적 지혜로 거듭납니다. 이번 발제를 통해 기술의 정밀함이 인문학적 따뜻함과 만날 때, 우리가 밭 딛고 있는 이 땅의 변화를 단순한 파괴나 확장이 아닌 '지속 가능한 미래'를 향한 이정표'로 읽어낼 수 있기를 기대합니다. 지리학의 미래는 데이터의 크기가 아니라, 그 데이터를 통해 우리가 얼마나 더 가치 있는 사회적 공감대를 형성하느냐에 달려 있습니다.