

[발제문]

제22장 GeoAI와 윤리적 공간 의사결정: 현재의 과제와 발전적 미래 방향

강석영

본문 요약

가. 서론 및 Geoethics의 정의

공간 의사결정은 도시 계획, 환경 관리, 공공 보건 등 현대 사회의 핵심 영역에서 필수적인 역할을 수행합니다. 최근 GeoAI의 발전은 방대한 데이터를 처리하고 복잡한 패턴을 식별함으로써 이 과정을 획기적으로 향상시켰습니다. 그러나 기술적 진보와 달리 데이터 사용, 알고리즘 설계, 인간 인식의 윤리적 함의에 대한 논의는 상대적으로 부족했습니다. 이에 본 장은 지리공간 기술의 윤리적·사회적·문화적 차원을 통합하는 'Geoethics'를 제안하며, 기술이 사람과 지구에 미치는 넓은 영향을 고려해야 함을 강조합니다.

나. 자발적 지리정보(VGI)와 사회적 감지의 윤리

개인이 자발적으로 제공하는 VGI와 소셜 미디어 데이터를 활용한 사회적 감지(Social Sensing)는 전통적인 지도 제작이 놓치는 풍부한 장소 정보를 제공합니다. 하지만 이는 심각한 프라이버시 문제를 동반합니다. 사용자가 인지하지 못한 상태에서 민감한 정신 건강 정보나 활동 궤적이 노출될 수 있기 때문입니다. 또한, 플랫폼 이용자의 인구통계학적 특성에 따른 데이터 편향은 GeoAI 알고리즘을 통해 불공정한 결과로 증폭될 수 있습니다. I-GUIDE 프로젝트와 같은 사례는 이러한 위험을 완화하기 위해 투명성, 책임성, 프라이버시 보호 장치를 갖춘 윤리적 데이터 사용의 중요성을 보여줍니다.

다. 투명성과 설명 가능성: Geospatial XAI

기존 AI의 '블랙박스' 특성은 의사결정의 신뢰를 저해합니다. 특히 재난 대응이나 공공 정책에서 결정 근거를 이해할 수 없다는 것은 치명적입니다. 지리공간 설명 가능 인공지능(Geospatial XAI)은 히트맵, 시각화, 자연어 설명 등을 통해 AI의 논리 구조를 투명하게 밝힙니다. 이는 허리케인 카트리나 대응 실패나 플린트 수질 위기와 같은 과거의 윤리적 결함을 반복하지 않도록 돕습니다. 다만, 전문적인 기술 내용과 비전문가의 이해 가능성 사이의 균형을 맞추는 것, 그리고 시각적 도구가 초래할 수 있는 오해를 방지, 정치적 혹은 경제적(자본) 편중 및 악의적 활용에 대응하는 것이 주요 과제입니다.

라. 윤리적 결정의 핵심 변수: 규모(Scale)

공간 의사결정에서 '규모'는 윤리적 무게를 결정하는 가장 영향력 있는 요소입니다. 지리적 범위, 인구 규모, 시간적 폭에 따라 동일한 정책도 전혀 다른 결과를 낳습니다. 예를 들어, 거시적 규모의 환경 평가는 미시적 수준의 오염 핫스팟과 취약 계층의 고통을 가릴 수 있습니다. 또한, 시간적 규모를 고려한 지속 가능한 발전은 과거의 근시안적 개발이 남긴 오류를 극복하고 미래 세대에 대한 윤리적 책임을 다하는 과정입니다.

마. 공간적 불확실성과 책임의 소재

공간 데이터는 본질적으로 현실과 데이터베이스 간의 불일치인 '불확실성'을 내포합니다. 수치 표고모델(DEM)의 미세한 오류가 조망권 분석의 왜곡을 낳고, 이것이 특정 공동체에 부당한 불이익을 주는 위치 선택으로 이어질 수 있습니다. 이러한 불확실성 하에서 잘못된 결정이 내려졌을 때, 그 책임을 모델 개발자, 데이터 제공자, 의사결정자 중 누구에게 물어야 하는가에 대한 메커니즘 구축이 시급합니다. 이제 의사결정의 주체는 인간을 넘어 기술과 정책을 포함하는 다층적 구조로 확장되어야 합니다.

본 장의 마지막에 제시된 질문에 나름의 답을 하는 것으로 발제를 마무리하겠습니다.

Q1. GeoAI 모델의 편향을 식별하고 해결하여 정확한 의사결정을 지원할 방법은?

훈련 데이터의 인구통계학적·공간적 편향을 비판적으로 검토하고, 알고리즘 설계 단계에서 다양한 관점을 포함해야 합니다. 또한 정기적인 오류 역전파 분석을 통해 편향된 출력값을 보정하는 피드백 루프를 구축해야 합니다.

Q2. GeoAI 모델의 투명성을 개선하여 사용자의 이해를 돕기 위한 전략은?

히트맵, 중요도 지도 등 시각적 도구와 자연어 설명을 결합한 Geospatial XAI 기술을 도입해야 합니다. 다만, 비전문가도 오해 없이 해석할 수 있도록 기술적 세부 사항과 사용성 사이의 균형을 맞춘 인터페이스 설계가 병행되어야 합니다.

Q3. GeoAI가 인간의 의사결정을 대체하지 않고 증강하려면 어떤 방식이 필요한가?

AI를 최종 결정권자가 아닌 '의사결정 지원 시스템'으로 설정해야 합니다. AI가 도출한 패턴과 시뮬레이션 결과에 인간의 장소감, 문화적 맥락, 윤리적 가치 판단을 결합하는 인간-기계 협업 구조(Human-in-the-loop)를 제도화해야 합니다.

Q4. GeoAI의 윤리적 사용을 규제하기 위한 법적 프레임워크의 조정 방향은?

기존 법체계를 넘어 공간 데이터 특유의 '지리적 프라이버시' 보호 조항을 강화해야 합니다. 또한, 알고리즘 오류 발생 시 데이터 제공자, 개발자, 의사결정자 간의 책임 소재를 명확히 하는 '공유 책임 원칙'을 법적으로 명문화할 필요가 있습니다.

Q5. GeoAI 시스템 자체에 윤리적 추론 기능을 통합하는 것이 가능한가?

취약 계층 영향 평가나 환경 지속 가능성 지표를 알고리즘의 목적 함수(Objective Function)에 반영함으로써 가능합니다. 즉, 효율성 극대화가 아닌 '윤리적 가치 최적화'를 목표로 하는 다면복합적 기준 의사결정 모델을 GeoAI 시스템 내에 내재화해야 합니다.