

Agent-Based Modelling for Social Scientists

교육 참석 출장보고서

2023. 10. 10

KDI 경제전망실

1 출장 목적

- 'AI·데이터 기반 재정·경제 디지털트윈 플랫폼 개발' 용역과제의 주요 모형인 Agent-Based Model에 대한 개념 및 활용에 대한 지식을 습득

2 출장 개요

- 출장지 및 기간
 - 출장지: University of Brescia(이탈리아)
 - 출장기간: '23년 9월 8일(금) ~ 9월 18일(월)
- 출장자 (총 2명)

소속	성명	직위
KDI 경제전망실	정규철	경제전망실장
KDI 경제전망실	황세진	전문위원

3 출장 일정

일자	주요일정
9.8(금)	[출국] 인천(13:50 출발) → 이탈리아 밀라노(20:15 도착)
9.10(일)~9.15(금)	[교육 참석] * The theory and methodology of agent-based modelling, Schelling's model of segregation in NetLogo, Axelrod's model on the dissemination of culture 등
9.17(일)~9.18(월)	[귀국] 이탈리아 밀라노(20:00 출발) → 인천(16:30 도착)

4 활동 내용

“ABM 모델의 이론과 방법론” by Flaminio Squazzoni

- Agent-Based Model(ABM)은 (1) 에이전트들과 그들의 상태, (2) 에이전트들의 상호작용을 지배하는 규칙, (3) 그들이 속한 환경으로 구성되어 있음.
 - 방정식 기반의 모델은 그들의 동학을 나타냄.
 - 에이전트들은 상태(state)를 가지며, 다른 에이전트들과 상호작용하고 상태를 바꾸기도 함.
- ABM 분석에서는 NetLogo 프로그램이 주로 활용됨.
 - ABM 분석에서는 SWARM, RePast, MASON 등 다수의 플랫폼을 활용할 수 있음.
 - NetLogo가 객체지향 프로그래밍(OOP, object-oriented programming)은 아니지만, 쉬운 언어와 인터페이스로 구성되어 있고 문서화가 용이하다는 장점이 있어 ABM 분석에 널리 활용됨.
- ABM에서 모형 구축은 현실을 모사하는 수준에 따라 KISS 방식과 KIDS 방식으로 나뉨.
 - Keep It Simple Stupid (KISS): 가능한 가장 단순한 모델로 분석을 시작한 후, 보다 복잡한 모델로 확장(Axelrod, 1997).
 - Keep It Descriptive Stupid (KIDS): 현실을 가장 정확하게 묘사할 수 있는 복잡한 모델로 분석을 시작하는 것이 더욱 효과적임(Edmonds & Moss, 2004).

“Schelling model” by Nicolas Payette

- 동질적인 집단 주위에 거주하려는 선호를 모형화하고 그 상호작용을 논의함.
 - 주위에 비동질적인 에이전트가 일정 비율 이상일 경우, 에이전트는 새

로운 patch로 이동

- NetLogo에서는 이동의 필요성이 있는 에이전트를 비동질적 에이전트의 비율이 낮은 곳 중 가장 가까운 곳으로 이동시켜 구현함.
- 그 결과, 동질적인 에이전트들끼리 집단을 형성하여 분리가 발생
- 이는 제도적인 제약이 없더라도, 동질적 집단에 대한 선호가 있는 경우, 이동을 통해서 분리된 집단을 형성함을 시사함.
- 아울러 Schelling model을 확장한 Schellingk 모형을 구현함.
 - link가 존재하는 다른 에이전트 가까이에 거주하려는 선호를 모형화하고, 그 함의를 논의
 - 주위에 link가 존재하지 않는 에이전트는 새로운 구역으로 이동
 - link가 존재하는 에이전트들끼리 무리를 형성함.

“Axelrod 모형” by Simone Gabriellini

- Axelrod 모형은 문화가 주위로 점차 전파되는 현상을 분석하는 방법임.
 - 유사한 문화적 특성을 가진 에이전트들이 상호작용을 보다 많이 하고, 더욱 유사한 문화적 특성을 지님.
 - 이 모형은 특정한 문화적 특성이 다른 문화적 특성에 의존할 수 있다는 사회적 영향력을 반영함.
 - 또한, 해당 모형은 문화적 유사성에 기반한 사회적 선택(social selection)을 반영함.
- 한편, 본 연구에서 ABM을 활용하여 발견한 사실은 아래와 같음.
 - 본 연구에서는 미시 기반의 bottom-up approach로 시뮬레이션을 통해 결과를 도출하였으며, 중앙집권적이지 않음.
 - 에이전트들은 합리적이기보다 주위 환경에 적응적으로 행동함.
 - 거시적인 차원에서의 결과는 문화의 종류, 다양성 등에 의존함.
 - NetLogo에서는 문화적 유사성에 기반한 확률을 기준으로 에이전트 간 상호작용함.

- 에이전트는 주위 에이전트와 기존에 공유하지 않던 문화적 특성을 새롭게 공유하며 문화적 유사성이 높아짐.
- 시뮬레이션 결과, 문화 구역(cultural zones)이 형성됨.
- 문화 구역의 개수는 문화의 다양성(features)과 각 문화적 특성 내의 이질성(traits per feature)에 따라 달라질 수 있는데, features가 증가할수록 감소하고, traits가 증가할수록 증가함.
- 이 시뮬레이션을 통해 사전적으로 문화적 지역의 형성을 예측하기는 어려우며, polarization이 반드시 부정적 선택(negative selection)에 의해 발생하는 것은 아니라는 점을 알 수 있음.

“Small Worlds and Cultural Polarization” by Simone Gabriellini

- 지역적으로 밀집된 사회 환경(Small World)에서 장거리 유대(long-range ties)가 통합 및 문화적 확산에 미치는 효과에 대해 아래와 같이 고찰해 볼 수 있음.
- 초기 연구에서는 장거리 유대 관계가 있는 경우, 문화적 다양성이 없어진다고 예측함.
- 반면, 최근 연구는 장거리 유대가 있더라도 다양성이 존재할 수 있으며, 오히려 다양성이 장거리 유대로 인해 강해질 수 있다고 예측함.
- 다른 한편으로, 장거리 유대가 문화적 다양성을 감소시켜 통합을 이끌어 내는 동시에 문화적 분열을 심화시켜 양극화를 초래할 수도 있음.
- 본 연구에서는 선형 함수를 가정한 이전 연구와 달리 동질화와 차별화의 결합을 비선형 동학으로 나타냄.
- 모형에서는 유사성을 기반으로 상호작용의 weight를 정하고, weight를 기반으로 의견을 수정했으며, cluster 간에 장거리 유대 관계를 추가함.
- 장거리 유대가 문화에 미치는 영향은 부정적인 감정(negative valence)의 존재 여부에 따라 다르게 나타남.
- 부정적인 감정(negative valence)이 없는 경우, 장거리 유대로 인해 cluster

내에서만 동질화가 이루어짐.

- 부정적인 감정(negative valence)이 있는 경우, 다수의 집단에서 동질화가 이루어지나, 몇몇 집단에서는 장거리 유대로 인한 polarization이 발생
- 본 연구는 문화적 접촉 증가로 통합 효과가 발생하지만, 문화적 양극화 현상도 생기므로 통합 효과를 과장해서는 안 됨을 시사
- 작은 비율의 장거리 유대는 문화적 통합을 이끌어 냄.
- 본 모형을 통해 macro-social effect가 긍정적인 영향과 선택이라는 micro-level의 가정에 크게 의존함을 알 수 있음.
- 반면, homophily와 assimilation이 xenophobia와 differentiation이 결합할 경우, 장거리 유대가 문화적 통합 대신 문화적 양극화를 유발함.

“Standards of ABM research” by Flaminio Squazzoni

- 연구의 표준(standard)을 통해 소통 가능(communicable)해야 연구의 신뢰성과 기여를 높일 수 있음.
- ABM에서는 모델에서 도출한 결과를 현실로 일반화할 수 있는지 생태학적 타당성(ecological validity)도 고려함.
- ABM 모델 문서와 코드 공유를 통해 연구의 발전을 도모할 수 있음.
- 모델 문서는 개요, 디자인 컨셉, 세부사항의 프로토콜로 구성
- 코드 공유 사이트: <https://github.com/>, <https://www.comses.net/>
- ABM 논문 투고시 학술지의 성격에 따라 접근 방법이 상이함.
- 일반적인 학술 저널에서는 모델의 가정을 전통적인 이론과 연결하고, 기존 모델을 사용하고, ABM이 무엇이며 기본 방식보다 ABM을 왜 사용해야 하는지 설명해야 함.
- ABM 친화적인 학술지에서는 모델링 기술이 뛰어난지, 기존의 ABM을 사용할 수 있는지, 모델 문서화 및 공유에 있어 표준을 준수했는지, 입력/출력 매개변수를 통해 검증할 수 있는지를 중점적으로 살핌.