

Integración de Modelado Basado en Agentes y Redes Bayesianas para la Simulación Dinámica y Probabilística de la Difusión de Opiniones en Redes Sociales

Calcina Aquino Dina Susan

Abstract

Una revisión de 37 artículos publicados entre 2009 y 2025 revela una tendencia consolidada hacia la integración de Modelos Basados en Agentes (ABM) y Redes Bayesianas (BN) como un enfoque metodológico robusto para abordar esta complejidad. Por lo pronto nos quedamos con 11 bibliografías interesantes que nos hablan acerca de los ABM, BN y redes sociales. Los ABM son idóneos para simular cómo las acciones e interacciones de agentes autónomos (como individuos, hogares o instituciones) generan patrones emergentes a nivel macro. Por su parte, las Redes Bayesianas ofrecen un marco probabilístico para modelar la toma de decisiones bajo incertidumbre, incorporando conocimiento experto, datos empíricos y procesos de aprendizaje. Esta síntesis analiza las principales áreas de aplicación, las innovaciones metodológicas y las conclusiones recurrentes de la literatura reciente sobre las redes sociales.

1 El Rol Central de la Hibridación ABM-BN en la Dinámica de Creencias

El tema central de la revisión aborda la sinergia entre el Modelado Basado en Agentes (ABM) y las Redes de Creencias Bayesianas (BBN) para simular fenómenos sociales complejos. La literatura extraída del archivo confirma que el ABM se utiliza ampliamente para estudiar la dinámica compleja y las propiedades emergentes de sistemas con agentes interactuantes, incluyendo la dinámica de creencias y opiniones en contextos como las redes sociales. La integración de las BNs, también conocidas como Redes Bayesianas (BNs), en el marco de ABM es fundamental porque proporciona un mecanismo probabilístico para la toma de decisiones y la inferencia de los agentes.

2 Simulación Dinámica y Probabilística de la Difusión de Opiniones

2.1 Modelado de la Argumentación y Epistemología Social

El trabajo de Assaad et al. (2025) aborda directamente el tema, proponiendo que los ABM pueden capturar escenarios ricos de argumentación. Estos autores utilizan el marco Norman, que basa los ABM en la teoría de las Redes Bayesianas. Este marco bayesiano es clave para la simulación dinámica de la opinión, ya que:

- Permite distinguir tres nociones de argumento: los argumentos como razones (contenido proposicional), como silogismos (relaciones premisa-conclusión) y como dialécticas (despliegue en discusiones).
- El marco bayesiano de NormAN permite estudiar cómo las consideraciones dialécticas influyen en la difusión de argumentos a nivel poblacional, proporcionando un enfoque epistemológico bayesiano para la argumentación.

2.2 Aprendizaje Social y Agentes Maliciosos

La simulación dinámica de la opinión se relaciona directamente con el aprendizaje social (o social learning), donde los agentes ajustan sus creencias a lo largo del tiempo. Un estudio se centra en el aprendizaje social no bayesiano para la detección de agentes maliciosos cuyo objetivo es mover a otros agentes hacia una hipótesis equivocada, lo que es relevante para el estudio de la desinformación en la difusión de opiniones.

3 El Rol de las Redes Bayesianas en el Comportamiento y la Decisión

La capacidad de las BNs para modelar la racionalidad limitada y la decisión individual es el motor clave para la dinámica de la opinión:

- **Toma de Decisiones Impulsada por BBN/BN:** Múltiples estudios confirman que los modelos ABM utilizan las Redes de Creencias Bayesianas (BBN) o Redes Bayesianas (BN) para simular meticulosamente los procesos de toma de decisiones de los agentes. Por ejemplo, en contextos de riesgo, las BBNs se utilizan para simular las decisiones de distanciamiento social influenciadas por factores como la percepción de riesgo (Vizanko et al., 2024).
- **Incorporación de Dinámicas Sociales (Efectos de Pares):** La simulación de adaptación conductual, análoga a la formación de opinión, utiliza ABM y BN para modelar la toma de decisiones influenciada por factores

sociales. Una innovación clave es la introducción de los efectos de pares (*peer effects*) para reflejar la naturaleza interdependiente e imitativa de los procesos de adaptación (Liang et al., 2025).

- **Parametrización con Datos Reales:** La BN también se utiliza para mejorar la precisión de los ABM en el modelado de la opinión. Un estudio sobre la aceptación social utilizó una Red Bayesiana para extraer parámetros apropiados de datos de encuestas, lo que permitió simular y evaluar la formación de opinión basada en características y comunidades de stakeholders (Masuda et al., 2022).
- **Revisión Metodológica:** Una revisión crítica sobre el uso de Machine Learning en ABM identifica a las Redes Bayesianas como técnicas comunes y efectivas para el preprocesamiento de datos del comportamiento de los agentes y son especialmente adecuadas para los propósitos de aprendizaje social e ilustración (Dehkordi et al., 2023).

4 Conclusión

El análisis de la literatura proporcionada revela que la integración del Modelado Basado en Agentes y las Redes Bayesianas es la metodología de elección para abordar el dinamismo y la naturaleza probabilística de la difusión de opiniones en redes sociales. El ABM proporciona el marco para la interacción a nivel de sistema, mientras que la BN suministra la capacidad de inferencia probabilística y modelado de la decisión individual. Esta hibridación permite un modelado sofisticado de la argumentación dialéctica (Assaad et al., 2025) y de la influencia social (Liang et al., 2025), superando las limitaciones de los modelos de opinión simples y logrando una mayor precisión en la simulación de fenómenos de emergencia colectiva y aprendizaje social.

Referencias

1. Assaad, L., Fuchs, R., Phillips, K., Schöppel, K., & Hahn, U. (2025). Capturing Argument in Agent-Based Models. *Topoi*, 44 (3), 675–693. DOI: 10.1007/s11245-025-10215-2.
2. Glendell, M., Hare, M. P., Waylen, K. A., et al. (2025). Systems thinking and modelling to support transformative change: key lessons from interdisciplinary analysis of socio-ecological systems in applied land systems research. *Discover Sustainability*, 6 (1), art. no. 231. DOI: 10.1007/s43621-025-00987-3.
3. Liang, S., Li, P., Yang, G., Zhang, H., & Jin, Y. (2025). Modeling residents' long-term adaptation to geohazards in mountainous regions using

- agent-based models and Bayesian networks. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 119, art. no. 105279. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2025.105279.
4. Pishahang, M., Ruiz-Tagle, A., Ramos, M. A., López Droguett, E. L., & Mosleh, A. M. (2025). A Bayesian agent-based model and software for wildfire safe evacuation planning and management.
 5. D'Ayala, D., Fernández, R. I., Parammal Vatteri, A. P., et al. (2025). Evaluating education disruption by integrated school and road infrastructure system analysis. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 125, art. no. 105588. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2025.105588.
 6. Vizanko, B. S., Kadinski, L., Ostfeld, A. A., & Berglund, E. Z. (2024). Social distancing, water demand changes, and quality of drinking water during the COVID-19 pandemic. *Sustainable Cities and Society*, 102, art. no. 105210. DOI: 10.1016/j.scs.2024.105210.
 7. Dyer, J., Cannon, P., Farmer, J. D., & Schmon, S. M. (2024). Black-box Bayesian inference for agent-based models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 161, art. no. 104827. DOI: 10.1016/j.jedc.2024.104827.
 8. Wadkin, L. E., Holden, J., Ettelaie, R., et al. (2024). Estimating the reproduction number, R_0 , from individual-based models of tree disease spread. *Ecological Modelling*, 489, art. no. 110630. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2024.110630.
 9. Shumovskaia, V., Kayaalp, M., & Sayed, A. H. H. (2024). Detection of Malicious Agents in Social Learning. *IEEE Signal Processing Letters*, 31, 1745–1749. DOI: 10.1109/LSP.2024.3420167.
 10. Dehkordi, M. A. E., Lechner, J., Ghorbani, A., et al. (2023). Using Machine Learning for Agent Specifications in Agent-Based Models and Simulations: A Critical Review and Guidelines. *JASSS*, 26 (1), art. no. 9. DOI: 10.18564/jasss.5016.
 11. Masuda, S., Bahr, K., Tsuchiya, N., & Takemori, T. (2022). Agent based simulation with data driven parameterization for evaluation of social acceptance of a geothermal development: a case study in Tsuchiyu, Fukushima, Japan. *Scientific Reports*, 12 (1), art. no. 3314. DOI: 10.1038/s41598-022-07272-7.