

Sistemas Complejos con Aplicaciones en Economía

Rodrigo Castro (Profesor Adjunto. Doctor en Ciencias de la Computación) con la colaboración de la Dra. Viktoriya Semeshenko, el Dr. Daniel Heymann, el Dr. Igal Kejsefman y la Mg. Ayelén Bargados)

Programa:

El curso tiene como objetivo estudiar fenómenos económico-sociales, sistemas financieros y eventos emergentes (como por ejemplo las crisis macroeconómicas) aplicando análisis de sistemas complejos y utilizando modelos de simulación como herramienta experimental.

Temario:

1. Introducción a la Complejidad.
 - a. Conceptos fundamentales de sistemas complejos
 - b. Modelos y Sistemas. Clasificaciones.
 - c. Fenómenos emergentes.
 - d. Ley de Potencia.
2. Modelos Computacionales
 - a. Introducción. Autómatas Celulares. Patrones y Reglas.
 - b. Ejemplos. Juego de la Vida de Conway, Modelo de condensación, Segregación de Schelling, Mercado inmobiliario, Modelo de tráfico.
3. Modelos Estadísticos
 - a. Introducción. Entropía, desorden e información. Principio de máxima entropía.
 - b. Métodos de Monte Carlo. Glauber. Simulated Annealing.
 - c. El modelo de Ising. Transiciones.
 - d. Ejemplos: Viajante de Comercio, Modelo de Ising.
4. Leyes de Potencia
 - a. Introducción. Propiedades.
 - b. Mercados. Paseos al azar.
 - c. Fenómenos críticos. Criticalidad auto organizada.
5. Redes Complejas y Aplicaciones
 - a. Introducción. Propiedades y métricas. Topologías.
 - b. Ejemplos: redes sociales, económicas, financieras, power grids, entre otros.
6. Economía computacional basada en agentes.
 - a. Definición. La economía como sistemas complejos adaptativos.
 - b. Características principales. La crítica de Lucas.
 - c. Ejemplos: Bar El Farol. Juego de la Minoría. Cambio tecnológico. Modelo macroeconómico.
7. Modelado Micro, Meso y Macroscópico
 - a. Escalas espacio temporales. Propiedades Emergentes. Clasificaciones.
 - b. Interacciones bottom-up y top-down.
 - c. Ejemplos con agregado de interacciones micro-macro: Bandadas de pájaros, Modelo de epidemia, Diseminación de cultura, Modelo Sugarscape.
8. Aprendizaje Automático
 - a. Conceptos básicos. Clasificaciones. Aprendizaje Profundo.

- b. Aprendizaje por Refuerzos. Aprendizaje con Múltiples Agentes.
 - c. Ejemplos. Aplicaciones en Predicción de precios, Política monetaria, Política fiscal.
9. System Dynamics
- a. Introducción a System Dynamics. Representación de sistemas económicos mediante modelos continuos.
 - b. Ventajas y desventajas. Diferencias y similitudes con agentes y sistemas complejos.
 - c. Ejemplos: Modelo macroeconómico (goodwin-keen), epidemiológico (seir), poblacional (presa-depredador), de desigualdad y sustentabilidad (handy).
10. Entropía en Sistemas Complejos
- a. Enfoque termodinámico (Boltzmann), de la Teoría de la Información (Shannon) y de la Complejidad Algorítmica (Kolmogorov)
 - b. Rol de la entropía en sistemas de múltiples agentes
11. Experiencias prácticas en el diseño de políticas basadas en modelos
- a. Exposición de casos reales de toma de decisiones utilizando modelos cuantitativos (Expositores invitados con experiencia en el ejercicio y/o asesoramiento de organismos públicos)

Bibliografía:

Libros Principales

- Heymann, D., Perazzo, R., & Zimmermann, M. (2013). Economía de fronteras abiertas: exploraciones en sistemas sociales complejos. Teseo.
- Bernard P. Zeigler, Alexandre Muzy, Ernesto Kofman, "Theory of Modeling and Simulation", Academic Press (2019)
- Caiani, A., Russo, A., Palestrini, A., & Gallegati, M. (2016). Economics with Heterogeneous Interacting Agents. New Economic Windows, Springer Series. DOI, 10, 978-3.
- S.H. Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos", CRC Press (2019)
- Barabási, A. L. (2013). Network science. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 371(1987), 20120375.

Libros Complementarios

- Tesfatsion, L., & Judd, K. L. (Eds.). (2006). Handbook of computational economics: agent-based computational economics. Elsevier.
- Aruka, Yuji, and Alan Kirman (2017) Economic foundations for social complexity science. Springer.
- Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). Networks, crowds, and markets: Reasoning about a highly connected world (Vol. 1). Cambridge: Cambridge University Press.
- O. Chisari (Ed) (2009) Progresos en Economía Computacional, Editorial Temas-AAEP.
- Schelling, T. C. (2006). Micromotives and macrobehavior. WW Norton & Company.

Algunos papers sugeridos

- Charpentier, A., Elie, R., & Remlinger, C. (2021). Reinforcement learning in economics and finance. Computational Economics, 1-38.
- Dosi, G., & Roventini, A. (2019). More is different... and complex! the case for agent-based macroeconomics. Journal of Evolutionary Economics, 29, 1-37.

- Baum, E. B. (2018). Neural nets for economists. In *The economy as an evolving complex system* 1st Edition, CRC Press, 33-48.
- Marks, R.E. Validating Simulation Models: A General Framework and Four Applied Examples. *Comput Econ* 30, 265–290 (2007).
- Heymann, D., & Sanguinetti, P. (1998). Business cycles from misperceived trends. *ECONOMIC NOTES-SIENA*-, 205-232.
- Arthur, W. B. (1994). Inductive reasoning and bounded rationality. *The American economic review*, 84(2), 406-411.
- Schelling, "Dynamic Models of Segregation," *Journal of Mathematical Sociology*, 1 (1971), 143-86.