

Tópicos Avanzados de Inteligencia Artificial:
Redes complejas y aprendizaje computacional

Dr. Matías Alvarado Mentado, *Departamento de Computación, CINVESTAV*

El estudio matemático de las redes complejas sirve para analizar patrones de interacción en procesos biológicos, médicos y sociales. En el curso estudiamos modelos y algoritmos para analizar patrones complejos que emergen de la interacción a gran escala de elementos muy simples en biología, medicina y aspectos sociales. Asimismo, estudiamos métodos de aprendizaje automático, redes neuronales, máquinas de soporte vectorial, bosques aleatorios, entre otros, para aplicarlos en la clasificación y predicción de los patrones emergentes.

Temario:

0. Antecedentes
 - a. El equilibrio de Nash.
 - b. Juego en forma normal.
 - c. Juegos Estratégicos: multi-jugador; competitivos, cooperativos.
 - d. Juegos deportivos de equipo y el ajedrez. Juego de Go.
1. Redes complejas:
 - a. Conceptos básicos: agrupamiento, centralidad, cohesión.
 - b. Distribución del grado entre nodos. Redes de Mundo Pequeño, y de Libre escala.
 - c. De (no) cooperación en un juego.
 - d. Redes en biología y medicina.
2. Modelos estocásticos
 - a. En comportamientos emergentes de interacción.
 - b. De termodinámica y teoría de la información: energía y entropía.
 - c. Distribución de probabilidades en procesos aleatorios.
 - d. Modelo de Ising.
3. Aprendizaje automático:
 - a. Redes neuronales de retro-propagación. Restringidas de Boltzman.
 - b. Máquinas de soporte vectorial.
 - c. Bosques aleatorios.
 - d. Redes convolucionales en AlphaGoZero.
4. Aplicaciones de aprendizaje automático:
 - a. Para elegir estrategias en juegos de equipos.
 - b. En el juego de Go.
 - c. En la metástasis de cáncer y la respuesta inmune.
 - d. En la reducción del calentamiento global.

Referencias

1. Complex networks: Structure and dynamics. S. Boccaletti, V. Latora, Y. Moreno, M. Chavez, D.U. Hwang. 424, Elsevier, 2005, Vol. Physics Reports. 0370-1573.

2. Classes of small-world networks. L. A. N. Amaral, A. Scala, M. Barthé lémy, H. E. Stanley. 21, s.l. : Applied Physical Sciences, 2000, Vol. 97. 11149–11152.
3. S.N. Dorogovtsev, J.F.F.Mendes. Evolution of Networks. Oxford, 2003
4. Emergence of Scaling in Random Networks. Barabasi, Albert and Albert, Reka. Science, 1999, Vol. 286
5. Rojas, Raúl. Neural Networks: a systematic study. Springer Verlag. 2004.
6. Yee A. & Alvarado Matías, Well-Time pattern recognition in Go gaming automation. In MMCTSE, Mathematical Methods & Computational Techniques in Science & Engineering, Athens, Greece, 2014.
7. Yee Arturo, Alvarado Matías, Mathematical Modeling and Analysis of Learning Techniques for the Game of Go. International journal of mathematical models and methods in applied sciences. Vol. 9, 2015. Páginas: 293-302. ISSN: 1998-0140.
8. D. Silver, A. Guang, A. Guez, L. Sifre1, G. van den Driessche, J. Schrittwieser, I. Antonoglou, V. Panneershelvam, M. Lanctot, S. Dieleman, D. Grewe, J. Nham, N. Kalchbrenner, I. Sutskever, T. Lillicrap, M. Leach, K. Kavukcuoglu, T. Graepel & D. Hassabis, Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, Nature, 529, 42016.
9. Barradas-Bautista D, Alvarado-Mentado M, Agostino M, Cocho G (2018) Cancer growth and metastasis as a metaphor of Go gaming: An Ising model approach. PLoS ONE 13 (5): e0195654. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195654>.
10. Dominguez, A. Barradas, D, Alvarado, M. Modeling the Game of Go by Ising Hamiltonian, Deep Belief Networks and Common Fate Graphs. IEEE Access, Vol 7, 120117 – 120127. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2917442.
11. Dominguez, A. Barradas, D, Alvarado, M. Modeling Cancer Immunoediting in Tumor Microenvironment with System Characterization through the Ising-model Hamiltonian. In BMC Bioinformatics, 2022. Preprint in <https://www.researchsquare.com/article/rs-746701/v1>.
12. Irving Martínez Vargas, Moises Omar León Pineda, Matías Alvarado Mentado Main genes in breast cancer primary tumor and first metastasis in lymph nodes with theory of information-based algorithms. In Pattern Recognition Letters, Volume 186, October 2024, Pages 369-376.
13. Alcalá-Corona, S.A., Sandoval-Motta, S., Espinal-Enríquez, J. and Hernández-Lemus, E., 2021. *Modularity in Biological Networks*. Frontiers in Genetics, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2021.701331/full>

Evaluación:

2 exámenes, 30% cada uno sobre la evaluación total.

1 proyecto con temáticas del curso, 40% de la evaluación total.

Tareas y participaciones en clase. 10 % de la evaluación total, para mejorar calificación.

Cualquier estudiante de nuestra maestría está apto para llevar el curso.