

Curso TALLER del Instituto de Estadística Facultad de Ciencias Económicas y de Administración

Análisis de Redes: técnicas y aplicaciones

Sebastián Goinheix

12 al 16 de setiembre de 2022

Objetivo

Proporcionar conocimientos e instrumentos operativos para llevar a cabo análisis de redes aplicados a diferentes tipos de datos. Se trata de un curso teórico-práctico que busca contribuir a la formación en Análisis de Redes Sociales aplicada a la Economía y a las Ciencias sociales. El curso se centra en la teoría y metodología del Análisis de Redes Sociales, con énfasis en las herramientas informáticas para el procesamiento y análisis de datos reticulares, sobre todo a través de los paquetes Igraph y SNA del software R.

Contenidos desagregados por unidad:

Carga horaria: 15 horas.

1- Introducción al análisis de redes y sistemas complejos.

Teoría de grafos, sistemas complejos y análisis de redes sociales (ARS).

Definiciones básicas: elementos, tipos de grafos, noción de camino.

Programas informáticos para el ARS: operativa, creación y manipulación de datos relacionales.

2- Análisis exploratorio de redes.

Descripción de las redes: medidas de centralidad y centralización, cohesión, intermediación, densidad.

Visualización de grafos: propiedades y algoritmos.

Tipos de grafos: afiliación, grafos bipartitos, hipergrafos, grafos inducidos.

3- Análisis exploratorio de las meso-estructuras.

Sub-grafos y camarillas.

Agrupamientos: detección de comunidades y roles.

4- Modelos de redes y modelo estadístico de redes.

Modelos: redes aleatorias, de mundo pequeño, libres de escala.

Grafos aleatorios condicionados.

5- Inferencia de redes.

Modelo de bloques estocástico.

Regresión para redes mediante prueba no paramétrica.

Bibliografía por temas

1- Introducción al análisis de redes y sistemas complejos

Introducción y principales conceptos

- Barabási, AL (2012), Network Science, <http://networksciencebook.com/>, capítulos 1 y 2.
- Brass, D. J., Borgatti, S. P., & Halgin, D. S. (2014). Social network research: Confusions, criticisms, and controversies. *Research in the Sociology of Organizations*, 40, 1–31.
- Easley & Kleinberg, (2010), *Networks, Crowds and Markets*, Ch. 1 y 2.
- Wellman, B., (1997) El análisis estructural: del método y la metáfora a la teoría y la sustancia. *Contemporary Studies in Sociology*, 15: 19–61.

Programas informáticos para el Análisis de Redes.

- Butts, C. T. (2008). Social Network Analysis with sna. *Journal of Statistical Software*, 24(6), 1–51. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2009.09.002>
- Csardi, G., & Nepusz, T. (2006). The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems* 1695. <http://igraph.org>

Tipos de redes

- Breiger, R. L. (1974). The Duality of Persons and Groups. *Social Forces*, 53(2), 181–190.
- Fararo, T. J., & Doreian, P. (1984). Tripartite structural analysis: Generalizing the Breiger-Wilson formalism. *Social Network*, 6(2): 141–175.

2- Macro y micro-estructuras de las redes

Visualización de grafos

- Brandes, U. & Kenis, P., (2005), La explicación a través de la visualización de redes, 9, pp.1–19.
- Fruchterman T. & Reingold E. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Softw. – Pract. Exp.*, 21 (11): 1129–1164.
- Kamada, T. & Kawai, S. (1989). "An algorithm for drawing general undirected graphs", *Information Processing Letters*, Elsevier, 31 (1): 7-15, doi:10.1016/0020-0190(89)90102-6.

Características de ejes y vértices.

- Borgatti, S.P., & Everett, M.G. (1999). Models of core/periphery structures. *Social Networks*, 21: 375–395.
- Borgatti, S.P., & Everett, M.G. (2006). A Graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*, 28(4): 466–484.
- Borgatti, S.P., (2013) El problema del actor clave. *Redayc*, 24: 1–20.
- Borgatti, S.P., Jones, C. & Everett, M.G., (1998) Network measure of Social Capital. *Connections*, 21(2): 27–36.
- Burt, R, (2003) Structural holes and good ideas, *American Journal of Sociology*.

Caracterización de las redes.

- de Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2011). *Exploratory Network Analysis with Pajek* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Kolaczyk, E. D. (2009). *Statistical Analysis of Network Data. International Statistical Review*. New York: Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-88146-1>

3- Meso-estructuras de las redes

Detección de comunidades

- Fortunato, S. (2010) Community detection in graphs, *Physics Reports*, Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370157309002841>
- Fortunato, S., y Hric, D. (2016) Community detection in networks: A user guide. *Physics reports*, 659, 1-44.
- Newman, MEJ, (2006a) Finding community structure using the eigenvectors of matrices, *Physical Review E* 74 036104, 2006.
- Newman, MEJ, (2006b) Modularity and community structure in networks, *PNAS*, 103(23): 8577–8696, doi:10.1073/pnas.0601602103
- Newman, MEJ., y Girvan, M. (2004) Finding and evaluating community structure in networks, *Physical Review E* 69, 026113
- Pons, P., y Latapy, M. (2005). Computing communities in large networks using random walks. *International Symposium on Computer and Information Sciences*, 1–20. https://doi.org/10.1007/11569596_31
- Raghavan, U.N. and Albert, R. and Kumara, S.: Near linear time algorithm to detect community structures in large-scale networks. *Phys Rev E* 76, 036106. (2007)
- Rosvall, M., Axelsson, D., y Bergstrom, CT., (2009) The map equation, *Eur. Phys. J. Special Topics* 178, 13. <http://dx.doi.org/10.1140/epjst/e2010-01179-1>
- Rosvall, M., y Bergstrom, CT., (2008) Maps of information flow reveal community structure in complex networks, *PNAS* 105, 1118. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0706851105>

Roles y modelado de bloques.

- Batagelj, V., (1997) Notes on blockmodeling, *Social Networks*, 19: 143-155.
- Doreian, P., Batagelj, V., & Ferligoj, A., (1994). Partitioning Networks Based on Generalized Concepts of Equivalence, *Journal of Mathematical Sociology*, 19: 1-27.
- Matjasic, M., Cugmas, M., Ziberna, A. (2020) blockmodeling: An R package for generalized blockmodeling, *Metodoloski zvezki*, 17(2): 49–66
- Lorrain, F. & White, H.C. (1971) Structural equivalence of individuals in social networks, *The Journal of Mathematical Sociology*, 1(1): 49-80. <http://dx.doi.org/10.1080/0022250X.1971.9989788>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press. Cap. 9, 10 y 12 (versión en español de 2013, Centro de Investigaciones Sociológicas).
- White, H.C., Boorman, S. A., & Breiger, R. L. (1976). Social Structure from Multiple Networks. I. Blockmodels of Roles and Positions. *American Journal of Sociology*, 81(4), 730–780. <https://doi.org/10.1086/226141>
- White, D.R., & Reitz, K.P. (1983) Graph and semigroup homomorphisms on networks of relations. *Social Networks*, 5(2): 193–234. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(83\)90025-4](https://doi.org/10.1016/0378-8733(83)90025-4)

4- Modelos de redes y modelo estadístico de redes.

Los modelos de redes sociales.

- Barabási, A.-L., & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286(5439): 509–512. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>
- Erdős, P., & Rényi, A. (1959). On random graphs I. *Publ. Math. Debrecen*, 6, 290–297. Retrieved from http://ftp.math-inst.hu/~p_erdos/1959-11.pdf

- Erdős, P., & Rényi, A. (1960). On the evolution of random graphs. *Magyar Tud. Akad. Mat. Kutató Int. Közl.*, 17–61. Retrieved from <http://leonidzhukov.ru/hse/2010/stochmod/papers/erdos-1960-10.pdf>
- Watts & Strogatz, (1998) Collective Dynamics of Small World Networks, *Nature*, 393: 440-442.

Modelo estadístico de redes.

- Butts, C.T. (2008). Social network analysis: A methodological introduction, *Asian Journal of Social Psychology*, 11, 13–41. <https://doi.org/10.1111/j.1467-839X.2007.00241.x>
- Goinheix, S. (2021) Notas docentes: la técnica de grafos condicionales uniformes.
- Kolaczyk, E. D. (2009). *Statistical Analysis of Network Data. International Statistical Review*. New York: Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-88146-1>

5- Inferencia de redes

Modelo de bloques estocásticos.

- Holland, P.W., Laskey, K.B., Leinhardt, S., (1983) Stochastic blockmodels: First steps, *Social Networks*, 5(2): 109-137. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(83\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(83)90021-7)
- Lee, C., & Wilkinson, D.J., (2019) A review of stochastic block models and extensions for graph clustering, *Applied Network Science*, 4:122. <https://doi.org/10.1007/s41109-019-0232-2>
- Nowicki, K., & Snijders, T.A.B., (2001) Estimation and Prediction for Stochastic Blockstructures, *Journal of the American Statistical Association*, 96(455): 1077-1087.
- Snijders, T.A.B., & Nowicki K., (1997) Estimation and Prediction for Stochastic Blockmodels for Graphs with Latent Block Structure, *Journal of Classification*, 14: 75-100.
- Wang, Y.X.R., & Bickel, P.J., (2016) Likelihood-based model selection for stochastic block models, *arXiv:1502.02069v3*

Regresión múltiple para redes.

- Dekker, D., Krackhardt, D., & Snijders, T. A. B. (2003). *Multicollinearity robust QAP for multiple regression. 1st Annual Conference of the North American Association for Computational Social and Organizational Science*. Carnegie Mellon University. Retrieved from http://www.casos.cs.cmu.edu/publications/papers/dekker_2003_multicollinearity.pdf
- Dekker, D., Krackhardt, D., & Snijders, T. A. B. (2007). Sensitivity of MRQAP tests to collinearity and autocorrelation conditions. *Psychometrika*, 72(4), 563–581. <https://doi.org/10.1007/s11336-007-9016-1>
- Goinheix, S., (2021) Notas docentes: Regresión múltiple con el procedimiento de asignación cuadrática.
- Lindgren, K.O., (2010). Dyadic regression in the presence of heteroscedasticity-An assessment of alternative approaches. *Social Networks*, 32(4), 279–289. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2010.04.002>