

## Método para la inversión de redes de contenidos

José Javier Ramasco\*

*Complex Networks Lagrange Laboratory, ISI Foundation,  
10133 Turin, Italy.*

Muhittin Mungan

*Department of Physics, Faculty of Arts and Sciences,  
Boğaziçi University, 34342 Bebek, Istanbul, Turkey, and  
and The Feza Gürsey Institute, Çengelköy, 34680 Istanbul, Turkey.*

Las redes complejas han probado ser una herramienta útil para estudiar un gran número de sistemas reales desde Internet hasta las sociedades humanas o las reacciones metabólicas dentro de las células<sup>1-3</sup>. Los nodos de las redes representan los elementos del sistema y las conexiones las relaciones entre ellos. En este contexto es importante caracterizar los grupos de nodos que presenten una fuerte interconexión. Dichos grupos han sido llamados comunidades en la literatura<sup>4</sup> y se espera que jueguen un papel importante en la evolución del sistema en su conjunto. Se han propuesto una gran número de métodos para detectar comunidades en redes complejas, algunos basados en la evolución de "random walks" en la red, la optimización de medidas globales como la "modularidad", la sincronización de osciladores situados en los nodos, etc. Recientemente, Newman y Leicht han introducido un nuevo método que no asume nada a priori sobre la red, se basa en la maximización de la probabilidad de encontrar una red como la dada desde la partición que se busca. La mejor partición será por tanto aquella que tenga una mayor probabilidad de producir una red como la que se observa<sup>5</sup>.

En este trabajo<sup>6</sup>, mostramos que en realidad este método no sólo detecta comunidades sino que está especialmente adaptado para la búsqueda de lo que en la literatura de algoritmos se ha conocido como equivalencia estructural entre nodos<sup>7</sup>. Esta equivalencia implica una similitud entre la vecindad de los nodos, en redes reales se espera que dichos nodos desarrollen funciones

similares. También generalizamos el método para redes dirigidas y probamos numérica y analíticamente que es capaz de invertir en la práctica redes de contenidos incluso en la presencia de desorden en la estructura de interconexión. Las redes de contenidos se han usado en el pasado reciente para caracterizar con éxito relaciones entre proteínas en el interior de las células. En su forma ideal se generan asignando a los nodos una propiedad intrínseca que mediante una función de conexión es responsable por su conectividad. El desorden se introduce dando una cierta probabilidad a los nodos de conectarse sin seguir la directiva de la función de conexión. Las redes de contenido incluyen la forma clásica de las comunidades como un caso particular.

---

\* jramasco@isi.it

<sup>1</sup> R. Pastor-Satorras and A. Vespignani, *Evolution and structure of the Internet: A statistical physics approach*, Cambridge University Press, Cambridge (2004).

<sup>2</sup> L.C. Freeman, *The development of social network analysis*, Empirical Press, Vancouver, (2004).

<sup>3</sup> E. Ravasz *et al.*, *Science* **297**, 1551 (2002).

<sup>4</sup> M. Grivan, and M.E.J. Newman, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **99**, 7821 (2002).

<sup>5</sup> M.E.J. Newman, and E.A. Leicht, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **104**, 9564 (2007).

<sup>6</sup> J.J. Ramasco and M. Mungan, [arXiv:0711.1128](https://arxiv.org/abs/0711.1128).

<sup>7</sup> P. Doreian, V. Batagelj, and A. Ferligoj, *Generalized Block-modeling*, Cambridge University Press, Cambridge, (2005).