

Lectura 03

“La física de la congestión de tráfico”

“Transición de fase en epidemias”

Tráfico

El tráfico en las grandes ciudades siempre ha sido un gran problema. Medidas para reducirlo, como tarifas de congestión, no funcionan de manera óptima por la naturaleza compleja de las decisiones humanas que hay en el tráfico.

Usando herramientas de la física estadística, se puede modelar el tráfico como un problema de N cuerpos en fuerte interacción. La modelación del tráfico como un fluido que transiciona de fluido a denso permite estudiar las situaciones donde el tráfico aumenta o disminuye significativamente.

Recientemente, modelando el problema como una red compleja, se desarrolló el método de tarifas llamado *Hotspring Pricing*. Este consiste en penalizar únicamente las intersecciones atascadas el lugar de toda una región céntrica. Esto para incentivar que los conductores tomen rutas alternas. Se simula el flujo de los vehículos usando una ecuación de balance por intersección y las decisiones de los conductores dado el tráfico usando elasticidad.

En las simulaciones realizadas, se muestra como este método podría reducir significativamente el tráfico en Madrid. Esto es un gran ejemplo de como la física de sistemas complejos ayuda a resolver un problema importante de la vida real.

Epidemias

Una epidemia es algún suceso donde hay contagio, como enfermedades, rumores, videos virales, etc. El éxito de una epidemia es algo complejo.

Hay tres factores relevantes. La ley de los especiales, que indica que no todos los individuos tiene la misma capacidad de propagación. El factor de gancho, la efectividad del fenómeno para ser transmitido. Y el poder del contexto, que indica que tan susceptible es el ambiente.

Hay dos modelos populares. En SIS, cada individuo susceptible se infecta con una probabilidad β al tener contacto con un infectado. Y cada individuo infectado se recupera a susceptible con una probabilidad μ . En SIR, lo único que cambia es que al un infectado sanar, desarrolla inmunidad al virus.

Usándolos, se pueden formular los factores usando redes. Los especiales son nodos de alto grado, el gancho es proporcional a β y el contexto es la estructura conexa de la red.

Se busca encontrar los puntos en los que la epidemia pasa a un estado incontrolable o cuando se extingue. Es física, esto se conoce como transición de fase, y es medido por un parámetro de orden. Las discontinuidades de este parámetro marcan los puntos críticos del cambio de fase.

Algo útil es suponer que todos los nodos del mismo grado son idénticos. Esto se conoce como aproximar un campo medio heterogéneo.

Teóricamente, cuando hay una cantidad infinita de nodos en un campo heterogéneo, el virus no desaparece. Pero en la práctica, esto no sucede. Hay métodos recientes para aproximar estos valores en casos reales.

Aún así, muchos aspectos siguen siendo temas abiertos de investigación.