

Almeida Rodríguez Jerónimo  
Ruiz Melo Jean Paul

## Lectura 13 A Dynamical Model for the Air Transportation Network.

Aunque la red de transporte aéreo es muy compleja y hay mucha información en muchas dimensiones bajo las que se puede estudiar, una manera de hacerlo es con redes complejas. El problema es que el modelo de redes es estático y la red de transporte es dinámica, en particular, nos importa el tiempo. Para resolver este problema, nos apoyamos de la familia de redes llamada redes calendarizadas que muestran el crecimiento de una red, las cuales activan nodos basándose en información externa cómo el tiempo.

Primero, definimos un modelo matemático de una red dirigida estática. Después se añaden varios nodos secundarios que se utilizan para simular el paso del tiempo entre cualesquiera dos nodos y se utilizan “agentes” para apoyar la simulación. La matriz de adyacencia es diferencial y muestra un paso mientras que la de activación almacena la información de calendarizado. Esta última red es dada por la fórmula  $A = \frac{[P|R]}{[Act|T]}$  dónde:

- (P)ersistencia: permite a los agentes en nodos primarios permanecer ahí indefinidamente.
- (Act)ivación: representa el calendario. Un agente se mueve de un nodo primario a un nodo secundario.
- (R)ecpción: mueve un agente de un nodo secundario a uno primario.
- (T)ransferencia: mueve un agente de un nodo secundario a otro. Simula el paso del tiempo.

Podemos encadenar matrices para obtener la ventana de tiempo, la cual es representada así:

$$A = A(t) \dots A(t + \delta - 1) A(t + \delta) = \prod_{p=t}^{t+\delta-1} [dA + Act(p)]$$

Podemos simular el transporte de la aerolínea cómo un grupo de nodos no conectados. En cada momento añadimos un vuelo al sistema y para simularlo de una manera más realista, se le da a cada agente un valor de atracción para moverse de un nodo a otro. Después, calculamos con un algoritmo greedy el costo del viaje según el tiempo y los pasajeros dispuestos a viajar en cada momento.

Este resultado produce una red de “hub-and-spoke” en dónde todos los nodos se pueden conectar a cualesquiera otros dos nodos en un número limitado de vuelos, del origen al “hub” y de ahí a su destino. Este sistema eventualmente se convierte en un sistema complejo entre más nodos haya. No obstante, si no hay un “hub” definido para elegir, el ruido es demasiado cómo para formar uno.