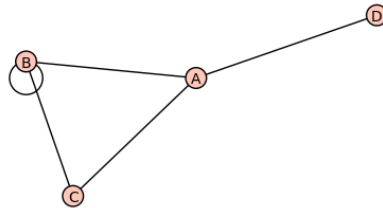


## Grado de los vértices de un grafo

21 de mayo de 2016

Los grafos son estructuras que sirven para representar relaciones (aristas) entre objetos (vértices). Los grafos se utilizan como modelo en multitud de áreas y existe una extensa teoría que proporciona interesantes resultados y algoritmos. Los grafos pueden representarse de muchas formas diferentes, quizás la representación más conocida es la que utiliza una matriz de adyacencia. Sin embargo, en este ejercicio vamos a considerar que un grafo está representados como una listas de aristas.

**Ejemplo** Consideremos el siguiente grafo:



Un posible conjunto de aristas que lo define es:

$$\{(B, B), (B, A), (C, A), (A, B), (A, D), (B, C)\}$$

### 1 Simplificar

Estamos pensando en trabajar con grafos (más bien grandes), de los que obtenemos las aristas (relaciones entre objetos) de una forma distribuida y quizás propensa a errores o duplicaciones. Un primer problema que tenemos que resolver es la depuración y simplificación de los datos.

Suponemos que la lista de aristas original puede tener repeticiones, cambios de orden y ciclos en un vértice. Queremos generar una lista de aristas con las siguientes propiedades:

- No hay aristas repetidas.
- Las aristas muestran los nodos ordenados.
- No hay ciclos en los vértices.

Escribe un programa con el esquema map-reduce que resuelva el problema de simplificar una lista de aristas con respecto a los criterios anteriores.

**Ejemplo** Si la lista original es  $\{(B, B), (B, A), (C, A), (A, B), (A, D), (B, C)\}$ , un resultado podría que ser  $\{(A, B), (B, C), (A, D), (A, C)\}$ . Observa que puede haber distintas soluciones dependiendo del orden que se elija para clasificar los nodos.

## 2 Grado de los vértices

Una medida que puede asignarse a los vértices es la cantidad de aristas a las que pertenece, lo que se conoce como el *grado* de un vértice.

Escribe un programa con el esquema map-reduce que permita calcular el grado de los nodos de un grafo representado como lista de aristas. El formato de la salida del algoritmo tiene que ser la lista de aristas con la información del grado de cada uno de los nodos de la arista:

$$(\text{nodo}_1, \text{nodo}_2, \text{grado del nodo}_1, \text{grado del nodo}_2)$$

**Ejemplo** Si la lista original es  $\{(B, B), (B, A), (C, A), (A, B), (A, D), (B, C)\}$ , y su versión simplificada es  $\{(A, B), (B, C), (A, D), (A, C)\}$ , el resultado tendría que ser:

$$\{(A, B, 3, 2), (B, C, 2, 2), (A, D, 3, 1), (A, C, 3, 2)\}$$

**Pista:** Se puede comenzar suponiendo que el grafo de partida, es decir, la lista de aristas que lo representa, está simplificada. Una vez resuelto el problema con esta restricción, no es difícil enlazar esta solución con la del apartado anterior para, partiendo de un lista de aristas no simplificada, devolver la lista de aristas simplificada y con la información del grado de los nodos.

## Triciclos en un grafo

21 de mayo de 2016

La digitalización y el registro informatizado de todo tipo de interacciones (navegación en la web, redes sociales, transacciones financieras, desplazamientos en vehículos, etc.), genera grafos masivos que son el objeto de estudio de numerosas ramas de conocimiento y de multitud de empresas.

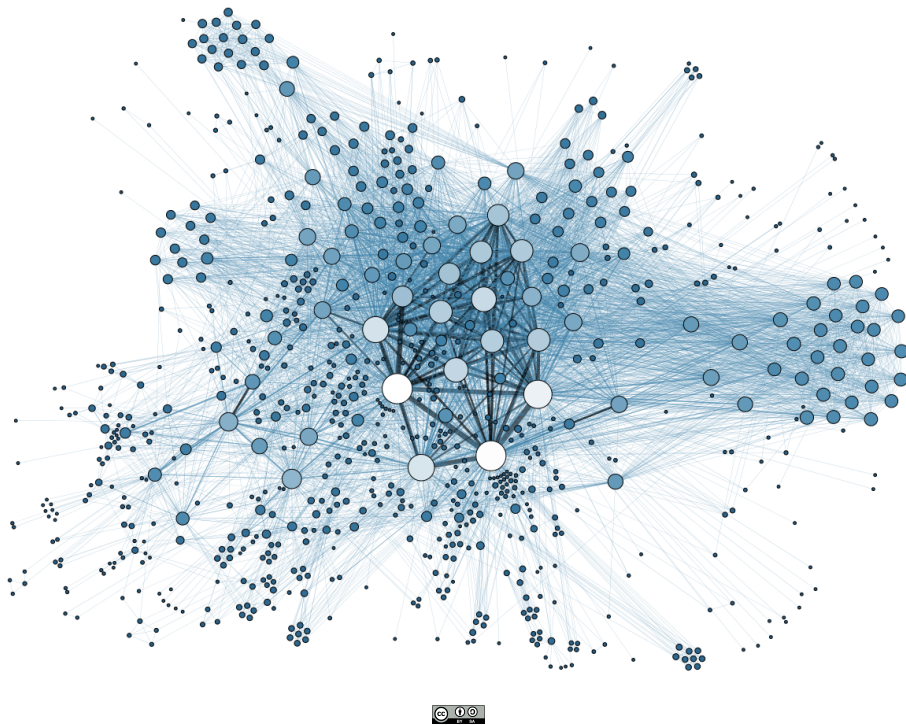


Figura 1: Visualization of social network analysis, Martin Grandjean (2013)

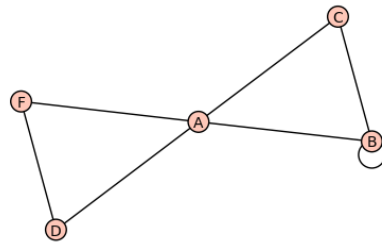
En el resto del ejercicio, consideraremos que los grafos están definidos como listas de aristas.

### 3 Triciclos (3-ciclos)

Los triciclos, o más formalmente 3-ciclos, son un elemento básico en el análisis de grafos y subgrafos. Los 3-ciclos muestran una relación estrecha entre 3 entidades (vértices): cada uno de los vértices está relacionado (tiene aristas) con los otros dos.

Escribe un programa con el esquema map-reduce que calcule los 3-ciclos de un grafo definido como lista de aristas.

**Ejemplo** Consideremos el siguiente grafo:



Un posible conjunto de aristas que lo define es:

$$\{(B, B), (B, A), (C, A), (A, B), (A, D), (B, C), (F, A), (F, D)\}$$

y el conjunto de los 3-ciclos del grafo son:

$$\{(A, B, C), (D, A, F)\}$$

**Pista:** Se puede comenzar suponiendo que el grafo de partida, es decir, la lista de aristas que lo representa, está simplificada. Una vez resuelto el problema con esta restricción, no es difícil enlazar esta solución con la del ejercicio anterior para, partiendo de un lista de aristas no simplificada, devolver la lista de los triángulos del grafo.