

Mesure d'influence via les indicateurs de centralité dans les réseaux sociaux

Oualid Benyahia*, Christine Largeron*

*Laboratoire Hubert Curien UMR CNRS 5516, 18 rue Lauras 42000 Saint-Etienne
{christine.largeron,oualid.benyahia}@univ-st-etienne.fr

Identifier les acteurs importants dans un réseau est une tâche difficile qui est cependant très utile dans diverses applications. Dans cette optique, plusieurs mesures ont été proposées dans le cadre de l'analyse des réseaux sociaux. C'est le cas notamment des indicateurs de centralité qui permettent d'évaluer, selon différents point de vue, l'importance d'un acteur en fonction de ses relations aux autres. Dans cet article, nous proposons des variantes de ces mesures de centralité qui exploitent non seulement la structure du réseau mais aussi des attributs décrivant les acteurs.

Dans ce qui suit, un réseau d'information est représenté par un graphe avec attributs $G = (V, E)$ où V est l'ensemble des sommets, $E \subset V \times V$ est l'ensemble des arêtes et où chaque sommet $v_i \in V$ est associé à un vecteur à valeurs réelles $Y^i = (y_1^i, y_2^i, \dots, y_k^i)^T$ le décrivant. La norme $\|Y^i\|$ du vecteur Y^i représentant le poids associé au noeud sera notée w_i . Ce poids peut décrire par exemple sa notoriété ou son influence. Nous proposons d'étendre les mesures, initialement définies sur des graphes sans attribut, de façon à tenir compte non seulement des relations qui existent entre les sommets du graphe mais aussi d'informations les caractérisant.

La centralité de degré $deg(v_i)$ mesure l'importance relative d'un nœud dans un graphe en fonction du nombre de ses liens (Freeman, 1979). Dans le cas d'un graphe avec attributs, nous introduisons des variantes selon que le graphe est valué ou non en notant w_{ij} le poids du lien entre v_i et v_j :

$$WNDegree(v_i) = w_i \cdot \frac{deg(v_i)}{|V| - 1} \quad , \quad WNEDegree(v_i) = w_i \cdot \sum_{v_j \in out(v_i)} w_{ij}$$

$$WNEOpsahlDegree(v_i) = w_i \cdot ((deg_{out}(v_i))^{(1-\alpha)} \cdot \left(\sum_{v_j \in out(v_i)} w_{ij} \right)^\alpha)$$

Dans la centralité de proximité un nœud est considéré comme important s'il peut rapidement atteindre les autres sommets (Wasserman et Faust, 1994). Nous proposons de mesurer la centralité de proximité d'un nœud par la somme des poids moyens des chemins les plus courts le reliant aux autres nœuds du graphe par $CWNCentr$ et $CWNECentr$, selon que les arêtes $(e) \in E$ du graphe sont valuées ou non par $w(e)$ et où $|ShortPath(v_i, v_j)|$ représente la longueur du chemin le plus court entre deux sommets v_i et v_j :

$$CWNCentr(v_i) = w_i \cdot \frac{1}{\sum_{v_j \in V, j \neq i} |ShortPath(v_i, v_j)|}$$

$$CWNECentr(v_i) = w_i \cdot \sum_{v_j \in V, j \neq i} \frac{\sum_{e \in ShortPath(v_i, v_j)} w(e)}{|ShortPath(v_i, v_j)|}$$

Pour la centralité d'intermédiation, un nœud est considéré comme important s'il est placé sur un nombre important de chemins géodésiques ($|g_{k,j}|$ est le nombre de chemins géodésiques entre v_k et v_j) reliant les autres nœuds du graphe (Wasserman et Faust, 1994; Freeman, 1979). Pour un graphe valué avec attributs, la centralité d'intermédiation d'un nœud sera proportionnelle aux valuations des liens figurant sur les chemins géodésiques passant par ce nœud ($|g_{k,j}(v_i)|$) pondérées par son poids :

$$BWNCentr(v_i) = w_i \cdot \sum_{(v_k, v_j) \in V \times V, i \neq k \neq j} \frac{|g_{k,j}(v_i)|}{|g_{k,j}|}$$

$$BWNECentr(v_i) = w_i \cdot \sum_{(v_k, v_j) \in V \times V, i \neq j \neq k} \frac{\sum_{S \in g_{k,j}(v_i)} \sum_{e \in S} w(e)}{\sum_{S \in g_{k,j}} \sum_{e \in S} w(e)}$$

Le *PageRank* est une variante de la centralité des vecteurs propres (Brin et Lawrence, 1998), introduite initialement pour mesurer la popularité d'une page Web. Nous proposons d'adopter une forme personnalisée avec une distribution non-uniforme des poids initiaux qui sont remplacés par les poids w_i définis à partir des attributs.

$$PRankCentr(v_i) = (1 - \beta) \cdot w_i + \beta \cdot \sum_{v_j \in V} a_{ji} \cdot \frac{PRankCentr(v_j)}{deg(v_j)}$$

Références

- Brin, S. et P. Lawrence (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine. In *Proceedings of the seventh international conference on World Wide Web 7, WWW7*, pp. 107–117.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks* 1(3), 215–239.
- Wasserman, S. et K. Faust (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge Univ Pr.

Summary

For social network analysis, existing centrality measures emphasize the importance of an actor considering only the structural position in the network regardless of a priori information on this actors such as popularity, accessibility or behavior. In this study new variants of centrality measures are proposed operating both the network structure and the specific attributes of an actor. Experiments have validated the contribution of valuations especially for the detection of broadcasters in social networks.