Institut Francophone International

TRAVAIL PERSONNEL ENCADRE

Rapport de solution proposée

Sujet : "Diffusion d'opinions dans les réseaux sociaux : l'évacuation d'une foule"

Encadrement	: Prof. HO Tuong Vinh (IFI)
	: Prof. Dominique LONGIN
Étudiante	: DAO Thuy Hong
Promotion	: 20

Dans la partie précédente (l'état de l'art), j'ai déjà présenté quatre modèles de diffusion d'opinion. Tous ces modèles ont abordé une notion de "seuil". Un individu va changer son opinion si le résultat de la fonction estimative atteint son seuil. Dans le premier modèle à seuil, le paramètre qui participe à la fonction estimative est le nombre d'individus dans l'entourage de l'agent considéré. Dans les trois modèles restants (modèle à seuil linéaire, modèles continus et modèle de confiance bornée), le paramètre principal est le poids qui représente la force de la relation d'influence entre deux individus (Dans ce dernier modèle, le poids représente le niveau de confiance). Mon sujet concerne le processus d'évolution de l'opinion d'un agent au fil du temps en fonction de l'opinion des autres agents considérés au sein d'un réseau social. Pour proposer une solution adéquate, je vais modéliser à la fois un modèle d'influence d'une foule basé sur le modèle de seuil et modéliser une modèle de confiance (c'est-à-dire l'influence des personnes qui sont connectées à l'individu considéré) en améliorant les trois derniers modèles.

1. <u>Modèle de réseau d'influence :</u>

Dans un réseau social, entre utilisateurs, il y a une multitude de relations et interactions. Un utilisateur connaît difficilement l'opinion de tous les autres. À un instant donné, il peut recevoir juste l'opinion de certains agents et pas d'autres. Dans le cadre d'une application de ce travail à l'évacuation des personnes, on va considérer que les agents dont l'opinion est connue par l'agent *i* sont ses *voisins*, c'est-à-dire les agents qui sont géographiquement/spatialement proches de *i*. Et comme c'est le foule au sein d'une foule, ses voisins peuvent changer au fil du temps. À partir de cette remarque, on a la définition suivante.

<u>Définition 1</u> : *On appelle A l'ensemble de tous les agents considérés et T l'ensemble fini des indices temporels (T = {1, 2, … N}). Dans ces conditions, $V_i(t)$ est l'ensemble des voisins de l'utilisateur i à l'instant t. C'est donc une fonction qui à chaque agent i de A et à chaque instant t indique l'ensemble des voisins de i et elle est définie de la manière suivante :*

- *$V_i(0) \subseteq A$ est un ensemble d'agents de A tiré aléatoirement pour chaque agent i*
- *$V_i(t) = P_i(t-1) \cup Q_i(t-1)$ pour tout $t > 0$, où $Pi(t) \subseteq Vi(t)$ et $Qi(t) \subseteq A \setminus Vi(t)$.*
  En d'autres termes, les voisins de i à l'instant t>0 sont composés en partie d'agents qui étaient déjà ses voisins l'instant d'avant, et en partie d'agents qui ne l'étaient pas. (Cette hypothèse est tout à fait intuitive dans le cadre d'une foule où les voisins de quelqu'un changent partiellement : certains marchent à la même vitesse que soi, mais d'autres arrivent, partent, sont bousculé et poussé ailleurs, etc.)

$V(t) = \{V_i(t) \mid 1 \le i \le n\}$ est l'ensemble de toutes les relations de voisinage des agents de A à l'instant t.

<u>Définition 2</u> : *On appelle $I_i(t)$ l'ensemble des* ***influenceurs*** *de l'utilisateur i à l'instant t. (Par influenceur, on entend les agents dont l'opinion va influencer celle de l'agent i à l'instant t.) $I = \{I_i \mid 1 \le i \le n\}$ est l'ensemble de toutes les relations d'influence entre agents.*

<u>Hypothèse :</u> *Dans ce qui suit, par soucis de simplification du modèle, on suppose que $I_i(t) = V_i(t)$.*

Autrement dit, on assimile les personnes qui influencent l'opinion de *i* à ses voisins proches. Cette hypothèse est plausible dans le cadre de l'évacuation d'une foule où une personne ne peut voir et interagir qu'avec les personnes directement à côté d'elle. Elle n'est pas restrictive, car techniquement il est facile de définir $I_i(t)$ comme une restriction (au sens mathématique) de $V_i(t)$.

Les relations dans $I(t)$ créent un réseau d'influence à l'instant t. Pour modéliser ce réseau, on utilise un graphe partiel orienté irréflexif $G(t) = \langle N, B(t) \rangle$ où l'ensemble N des nœuds du graphe est isomorphe à l'ensemble des agents A, et où $B(t) \subseteq \{p_{ij}(t) \in [0,1] : (i,j) \in N \times N\}$ est l'ensemble des arcs reliant les nœuds i et j avec une probabilité p_{ij}. Les arcs traduisent une relation d'influence pondérée et $p_{ij}(t)$ se lit : l'agent i influence l'agent j à l'instant t avec une probabilité p. (Il est important de noter que $B(t)$ est un sous-ensemble de $N \times N$: le graphe n'est pas total, et l'absence d'un arc entre deux agents indique qu'il n'y a pas d'influence entre eux pour le sens considéré.)

Nous sommes donc en mesure de formaliser les influenceurs de l'agent i au temps t à l'aide du graphe d'influence $G(t) = \langle N, B(t) \rangle$:

$$I_i(t) = \{j \in A : p_{ji}(t) > 0\} \; pour \; i, j \in N \; et \; p_{ij}(t) \in B(t)$$

En d'autres termes, les influenceurs de l'agent i à l'instant t sont tous les agents j qui influencent i à l'instant t avec une probabilité non nulle.

Il est intéressant de remarquer que $p_{ij}(t)$ peut être vu comme la confiance accordée par j à l'opinion de l'agent i *à* l'instant t. Un corollaire à cela est que parmi les agents qui influencent i, seuls sont pris en compte ceux ayant un degré de confiance supérieur à 0. Par ailleurs, l'opinion des différents influenceurs ne sera donc pas pris au même degré par i.

La figure 1 montre un exemple de réseau d'interaction simple. Dans ce réseau, il y a trois utilisateurs et on considère qu'aà l'instant t, l'utilisateur 1 influence l'utilisateur 2 avec $p_{12} = 0.45$; l'utilisateur 3 influence l'utilisateur 2 avec $p_{32} = 0.7$ et l'utilisateur 3 influence l'utilisateur 1 avec $p_{31} = 0.63$.

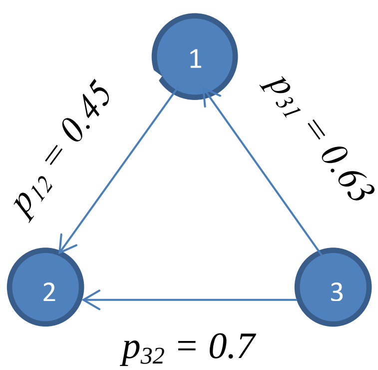

Figure 1 : Un réseau d'influence simple

Ainsi, l'agent 1 n'est par exemple pas influence par l'agent 2 (ce qui revient à dire que $p_{21}(t) = 0$). En revanche, 1 est influencé par 3.

2. Modèle de problème:

Définition 5 **:** *On définit l'opinion $o_i(t)$ de l'agent i à l'instant t comme un nombre réel appartenant à [0,1]. Alors, $o(t) = \{o_i(t): i \in A\}$ est appelé « profil d'opinion à l'instant t ».*

Il est essentiel de noter qu'à l'instant *t*, un agent *i* va changer son opinion (ou non) en fonction de deux types de facteurs : les *facteurs internes*, et les *facteurs externes*.

Les facteurs internes sont relatifs aux croyances et aux buts, désirs, normes, *etc.* de l'agent considéré. Dans ce qui suit, on considère que ces facteurs sont synthétisés dans l'opinion de l'agent considéré à l'instant *t*=0 puisque c'est le seul instant où il n'a pas encore été influencé par les (opinions des) autres. Pour l'agent *i*, les facteurs internes sont donc représentés par $o_i(0)$.

Les facteurs externes sont des facteurs d'influence de deux types : l'influence des agents en qui *i* a confiance d'une part, et l'influence de l'opinion de masse, c'est-à-dire de l'opinion de l'ensemble des agents susceptibles de l'influencer, qu'il ait ou non confiance en eux. Par exemple, si on est entouré de personnes en qui nous n'avons pas confiance, mais que toutes vont dans une direction, on peut se laisser quand même influencer par elles en se disant que vu leur nombre, elles ont peut-être raison d'aller dans cette direction.

Par exemple, dans la Figure 1, l'agent 1 a confiance en l'agent 3 mais est susceptible de se laisser influencer par 2 et 3 (la foule dans son ensemble).

On appelle $x_i(t)$ l'opinion de *i* issue de l'influence des voisins en qui il a confiance. Alors dans ce cas :

$$x_i(t+1) = \frac{\sum_{j \in I_i(t)} p_{ji}(t) o_j(t)}{\sum_{j \in I_i(t)} p_{ji}(t)}$$

Il est important de noter que si $p_{ji}(t) = 0$ alors l'agent *j* considéré n'entre pas en ligne de compte dans le calcul de $x_i(t)$. Autrement dit, seuls sont pris en compte les agents en qui *i* a confiance. En plus, le fait de normaliser par la somme des coefficients de confiance nous assure que la valeur de $x_i(t)$ est bien une valeur comprise entre 0 et 1.

Pour le deuxième facteur, je m'inspire de l'observation du processus d'évacuation d'un lieu en proie aux flammes, la direction qu'on choisit de prendre dépend juste des personnes qui se trouvent pas loin de lui-même (ses entourages). Dans le réseau social, cela correspond aux utilisateurs avec qui on est directement relié par la relation influence. Cette influence est donc plutôt reliée à la proximité des individus par rapport à l'individu considéré, indépendamment de la confiance que ce dernier a en eux. Dans le graphe *G*, pour un nœud *i*, c'est tous les nœuds qui sont directement liés à *i*. Soit, formellement :

$$y_i(t+1) = \frac{\sum_{j \in I_i(t)} o_j(t)}{|I_i(t)|}$$

Ici, on prend l'opinion de tous les influenceurs de *i*, y compris ceux en qui *i* n'a pas confiance.

3. Mécanisme d'agrégation des opinions:

Maintenant, comment choisir une valeur pour l'opinion de l'utilisateur *i* à l'instant *t + 1* (c'est-à-dire $o_i(t + 1)$) ? Pour répondre à cette question, je vais calculer la distance entre l'opinion initiale (facteurs internes) et les opinions que je viens de calculer ci-dessus (facteurs externes). On a les deux distances suivantes :

$$D_{1i}(t + 1) = |o_i(0) - x_i(t+1)|$$
$$D_{2i}(t + 1) = |o_i(0) - y_i(t+1)|$$

Si $D_{1i}(t + 1) \leq D_{2i}(t + 1)$ cela veut dire que l'opinion des influenceurs en qui *i* a confiance est plus proche des opinions initiales de l'agent *i*, que ce que l'est l'opinion de la foule des influenceurs. le but de l'utilisateur *i* que l'opinion de la foule alors $o_i(t+1) = x_i(t+1)$. Dans le cas contraire, on a $o_i(t+1) = y_i(t+1)$.