

Algorithme de colonies de fourmis



Origine

L'idée originale provient de l'observation de l'exploitation des ressources alimentaires chez les fourmis. En effet, celles-ci, bien qu'ayant individuellement des capacités cognitives limitées, sont capables collectivement de trouver le chemin le plus court entre une source de nourriture et leur nid.

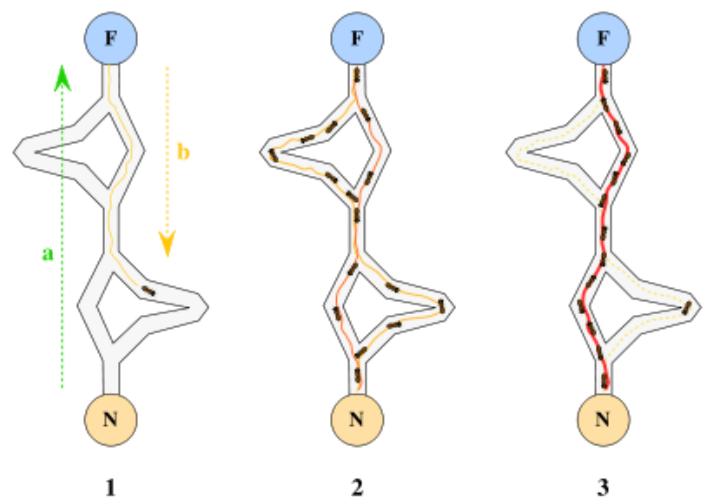
Des biologistes ont ainsi observé, dans une série d'expériences menées à partir de 1989, qu'une colonie de fourmis ayant le choix entre deux chemins d'inégale longueur menant à une source de nourriture avait tendance à utiliser le chemin le plus court.

Un modèle expliquant ce comportement est le suivant :

1. une fourmi (appelée « éclaireuse ») parcourt plus ou moins au hasard l'environnement autour de la colonie ;
2. si celle-ci découvre une source de nourriture, elle rentre plus ou moins directement au nid, en laissant sur son chemin une piste de phéromones ;
3. ces phéromones étant attractives, les fourmis passant à proximité vont avoir tendance à suivre, de façon plus ou moins directe, cette piste ;
4. en revenant au nid, ces mêmes fourmis vont renforcer la piste ;
5. si deux pistes sont possibles pour atteindre la même source de nourriture, celle étant la plus courte sera, dans le même temps, parcourue par plus de fourmis que la longue piste ;
6. la piste courte sera donc de plus en plus renforcée, et donc de plus en plus attractive ;
7. la longue piste, elle, finira par disparaître, les phéromones étant volatiles ;
8. à terme, l'ensemble des fourmis a donc déterminé et « choisi » la piste la plus courte.

Les fourmis utilisent l'environnement comme support de communication : elles échangent indirectement de l'information en déposant des phéromones, le tout décrivant l'état de leur « travail ». L'information échangée a une portée locale, seule une fourmi située à l'endroit où les phéromones ont été déposées y a accès. Ce système porte le nom de « stigmergie », et se retrouve chez plusieurs animaux sociaux (il a notamment été étudié dans le cas de la construction de piliers dans les nids de termites).

Le mécanisme permettant de résoudre un problème trop complexe pour être abordé par des fourmis seules est un bon exemple de système auto-organisé. Ce système repose sur des rétroactions positives (le dépôt de phéromone attire d'autres fourmis qui vont la renforcer à leur tour) et négatives (la dissipation de la piste par évaporation empêche le système de s'emballer). Théoriquement, si la quantité de phéromone restait identique au cours du temps sur toutes les branches, aucune piste ne serait choisie. Or, du fait des rétroactions, une faible variation sur une branche va être amplifiée et permettre alors le choix d'une branche. L'algorithme va permettre de passer d'un état instable où aucune branche n'est plus marquée qu'une autre, vers un état stable où l'itinéraire est formé des « meilleures » branches.

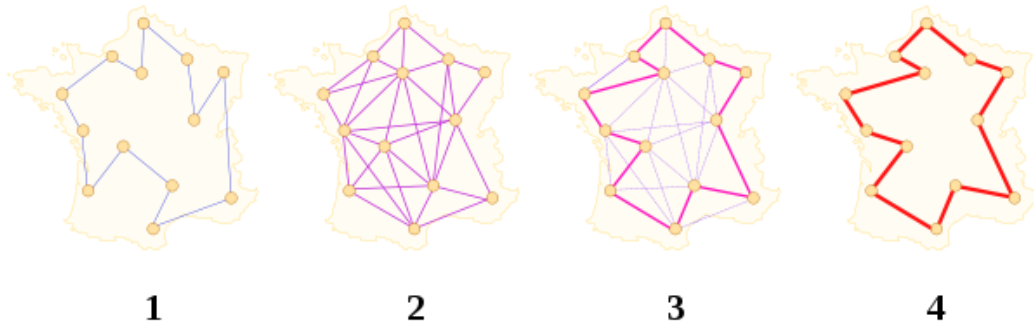


1) la première fourmi trouve la source de nourriture (F), via un chemin quelconque (a), puis revient au nid (N) en laissant derrière elle une piste de phéromone (b). 2) les fourmis empruntent indifféremment les quatre chemins possibles, mais le renforcement de la piste rend plus attractif le chemin le plus court. 3) les fourmis empruntent le chemin le plus court, les portions longues des autres chemins perdent leur piste de phéromones.

Description générale

Le premier algorithme de colonies de fourmis proposé est appelé le *Ant system* (système fourmi). Il vise notamment à résoudre le [problème du voyageur de commerce](#), où le but est de trouver le plus court chemin permettant de relier un ensemble de villes. L'algorithme général est relativement simple, et repose sur un ensemble de fourmis, chacune parcourant un trajet parmi ceux possibles. À chaque étape, la fourmi choisit de passer d'une ville à une autre en fonction de quelques règles :

1. elle ne peut visiter qu'une fois chaque ville ;
2. plus une ville est loin, moins elle a de chance d'être choisie (c'est la « visibilité ») ;
3. plus l'intensité de la piste de phéromone déposée sur l'arête entre deux villes est grande, plus le trajet aura de chance d'être choisi ;
4. une fois son trajet terminé, la fourmi dépose, sur l'ensemble des arêtes parcourues, plus de phéromones si le trajet est court ;
5. les pistes de phéromones s'évaporent à chaque itération.



L'algorithme « Ant System » optimisant le problème du voyageur de commerce : 1) une fourmi choisit un trajet, et trace une piste de phéromone. 2) l'ensemble des fourmis parcourt un certain nombre de trajets, chaque fourmi déposant une quantité de phéromone proportionnelle à la qualité du parcours. 3) chaque arête du meilleur chemin est plus renforcée que les autres. 4) l'évaporation fait disparaître les mauvaises solutions.

Sources

- Wikipédia : [Algorithme de colonies de fourmis](#)
- [Application d'un algorithme de colonie de fourmis au problème du voyageur de commerce](#)



Didier Müller, 10.7.09