

Intelligence collective chez les fourmis

Mots clefs : Modèles multi-agent, simulations, comportement individuel et collectif.

Description du projet

Ce projet vise à étudier le comportement d'une colonie de fourmis dans leur activité de fourragement (qui consiste à aller chercher des ressources dans l'environnement et les ramener dans la fourmilière). Les fourmis sont des organismes qui ont des comportements relativement simples au niveau individuel, mais dont les groupes montrent des comportements émergents d'une stupéfiante organisation. C'est le cas par exemple de la "ligne" de fourmis que l'on observe fréquemment dans la nature.

Le but du projet est de construire un modèle de simulation informatique multi-agent représentant une colonie de fourmis dans ses activités de fourragement et d'explorer et analyser divers scénarios (déplétion ou non de la nourriture, plusieurs sources de nourriture, obstacles entre la fourmilière et la nourriture...). Le sujet permettra entre autres de comprendre comment des règles simples au niveau individuel peuvent faire émerger des comportements collectifs complexes.

Partie 1 : état de l'art et hypothèses

- (i) Se renseigner sur la biologie des fourmis et notamment leur mode de communication. Les mots clefs 'phéromones' et 'stigmergie' seront à documenter tout spécialement. Intéressez vous aussi aux effets des fourmis sur l'environnement ainsi qu'aux effets de l'environnement sur la communication entre les fourmis.
- (ii) Se renseigner sur la notion de systèmes multi-agents (SMA) et sur la modélisation à base de SMA. Comparer ce type d'approche à d'autres méthodes de modélisation en biologie et tentez d'en analyser les avantages et inconvénients. Cherchez un environnement de programmation qui vous permette de développer des SMA et de visualiser facilement vos résultats.
- (iii) (cette partie du projet est essentielle) toute modélisation est nécessairement simplificatrice (notamment en biologie) : il s'agit d'un compromis entre la prise en compte de la complexité du réel et le fait que le nombre de règles que l'on peut implanter dans un modèle est nécessairement limité. Toute modélisation est donc basée sur un choix de simplifications du réel sous forme d'un ensemble d'hypothèses qui serviront à la construction du modèle.

Sur la base de vos recherches en (i), posez les hypothèses qui vous semblent les plus importantes pour décrire l'activité de fourragement chez les fourmis. Le cas échéant, simplifiez en certaines (en en discutant avec les enseignants). Critiquez vos choix.

Partie 2 : modélisation et simulations

En accord avec vos enseignants, choisir un environnement de développement de SMA, et familiarisez vous avec cet outil sur des exemples simples, qui ne sont pas nécessairement liés aux fourmis.

- (i) Commencer par simplifier outrageusement vos hypothèses biologiques et construisez un premier modèle simpliste qui décrira notamment le mouvement des fourmis à la recherche

de nourriture et leur retour au nid en négligeant la communication entre les individus. Analyser les résultats selon divers scénarios et valeurs de paramètres (on supposera que la fourmilière et la source de nourriture forment deux patches distants).

- (ii) Implémenter dans un second modèle la communication entre les fourmis sur la base des hypothèses formulées dans la première partie (mais en négligeant l'effet de l'environnement sur la communication entre les fourmis). Analyser diverses simulations. Les résultats vous paraissent-ils plus réalistes que en (i) ? Comparer au niveau individuel les fourmis modélisées en (i) et celles en (ii) et discutez.
- (iii) Dans un troisième modèle, implémenter les effets de l'environnement sur la communication entre fourmis. Retrouve-t-on dans certains cas les résultats de (i) et les résultats de (ii) ? Expliquez et discutez.
- (iv) Cette dernière partie est libre, il s'agit d'analyser votre modèle (iii) sous différents scénarios : plusieurs sources de nourriture, obstacles potentiels, etc... On pourrait par exemple étudier le comportement de la colonie quand un trait de glue la sépare de la source de nourriture (prendre en compte la possibilité pour certaines fourmis de se "sacrifier" au bénéfice des autres).

Remarques :

- *Les sauvegardes de versions successives des programmes, sur différents supports (clefs USB, ordinateurs, boîtes mails) sont essentielles afin de ne pas tout devoir recommencer du début si un problème survient.*
- *D'autres groupes travaillent sur la modélisation à l'aide de systèmes multi-agents, il pourrait être intéressant de confronter vos approches/travaux.*