

Rapport de projet

Théo Q, Corto C, Brandon FL
Université de Nice
France

Abstract

Dans ce projet nous étudions l'impact de la proportion de fourmis chercheuse et ramasseuses dans une fourmilière sur la récolte de nourriture. Nous utilisons pour cela un algorithme de type "Ant colony optimization" en Netlogo. Nos fourmis recherchent des tas de nourritures plus ou moins éloignés et utilisent des phéromones pour les localiser. Nous avons obtenus des données expérimentales en faisant varier graduellement la répartition des fourmis au sein de la fourmilière. Ces données ont ensuite été étudiées avec le logiciel R pour extraire un modèle mathématique. L'analyse de la fonction résultats, tempsDecouvertesTas(ProportionChercheuse) donne la répartition optimale : !-AJOUTER-!

1 Introduction

1.1 Contexte

Les "Algorithmes de colonies de fourmis", "ACO" en anglais, forment une catégorie d'algorithmes d'optimisation basés sur la modélisation d'une colonie de fourmis. En effet bien qu'ayant des capacités individuelles limitées ces insectes arrivent collectivement à des solutions optimales de problèmes complexes.

Dans le cadre de l'UE "Projet Scientifique Informatique" nous avons choisi le sujet "Colonie de fourmis" d'étude parmi de nombreux proposés. Le modèle de base contenait un seul type de fourmis et trois tas de nourritures fixes. Nous l'avons alors perfectionné.

1.2 Etat de l'art

L'ACO est de plus en plus utilisé aujourd'hui dans de très nombreux domaines. Plus particulièrement dans les domaines suivants : planification, routage réseau, affectation, ensembles, conception de circuit nanoélectroniques, traitement d'image etc. Tout les problèmes pouvant se ramener à la recherche d'un chemin optimal dans un graphe en général.

1.3 Questions scientifiques

2 Modélisation

Pour notre projet nous avons réalisé une simulation via l'outil NetLogo. NetLogo étant un programme de

modélisation d'environnement multi-agent. Nous nous sommes appuyé sur un modèle de base déjà existant proposé par le MIT dans le cadre d'un projet de Mathématique.

2.1 Hypothèses simplificatrices

Dans la nature, les fourmis suivent plusieurs critères pour retrouver leur chemin vers le nid. Elles s'orientent notamment en gardant la trace de la direction, la distance parcourue ainsi que des repères visuels pour retrouver le chemin vers leurs nids. Dans notre modélisation, nous prendrons donc en compte uniquement les phéromones pour retourner au nid. De plus, les fourmis qui ne suivent pas de phéromones suivront un mouvement totalement aléatoire jusqu'à trouver des phéromones.

2.2 Description du modèle

Dans un premier temps nous avons créé un nouveau type de fourmis, les fourmis chercheuses. Dans la version de base, le modèle présentait qu'un type de fourmis ne reflétant pas la réalité. Or, dans notre nouveau modèle, les fourmis ramasseuses se concentrent maintenant exclusivement sur la collecte de la nourriture pendant que les fourmis chercheuses posent les phéromones. Ce modèle est beaucoup plus proche de la réalité car maintenant, les fourmis se concentrent vraiment sur un tas à la fois en prenant le tas le plus proche. De

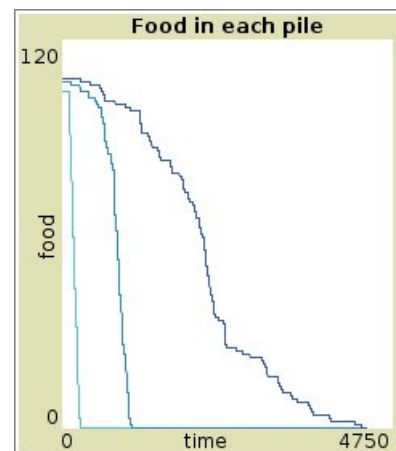


Figure 1: Proportion de nourriture en fonction du temps

plus, notre modèle comprend 4 variables modifiables dont 2 pour la modification de la population. En effet, la variable "Population" nous permet de modifier le nombre de fourmis au total qui sont présentent dans notre fourmilière pendant que la variable "pourcentage" calcul le nombre de fourmis chercheuses en fonction de la population totale (voir les explications de ce choix ici 3.1). De plus, nous sommes dans la capacité de modifier en direct le pourcentage de diffusion ainsi que le pourcentage d'évaporation des phéromones.

3 Simulation

3.1 Cadre expérimental

3.2 Protocole expérimental

4 Résultats

Bien que cela semblait évident, nous avons bien pu vérifier que l'ajout de fourmis chercheuses a bien une influence sur l'efficacité de la récolte de nourriture. En effet, plutôt que de chercher au hasard en permanence, les fourmis construisent une trace de phéromones leur permettant de trouver et de se souvenir de l'emplacement du tas de nourriture.

Lorsque nous plaçons les tas de nourriture très proches de la colonie, la durée de ramassage diminue fortement jusqu'à atteindre un minimum local autour de 40% de fourmis chercheuses avant que la durée ne recommence à augmenter.

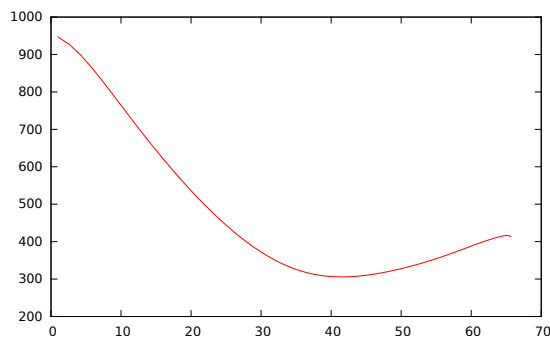


Figure 2: Temps de ramassage en fonction de la proportion de fourmis ramasseuses quand la nourriture est proche

De même, nous observons la même tendance lorsque la nourriture est à distance moyenne et longue de la colonie :

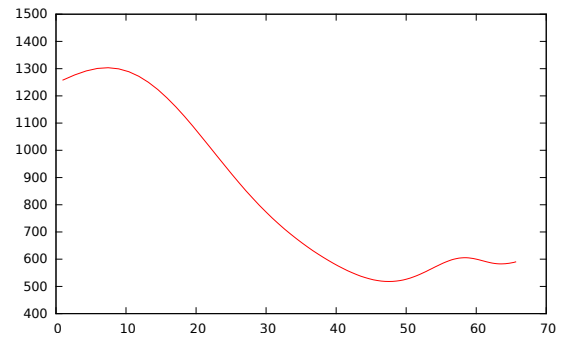


Figure 3: Temps de ramassage en fonction de la proportion de fourmis ramasseuses quand la nourriture est à distance moyenne

Dans ce cas, il est important de noter que les points d'inflexion de la courbe sont légèrement décalés vers les hauts pourcentages par rapport à la figure précédente, bien qu'ils remontent ensuite plus fortement.

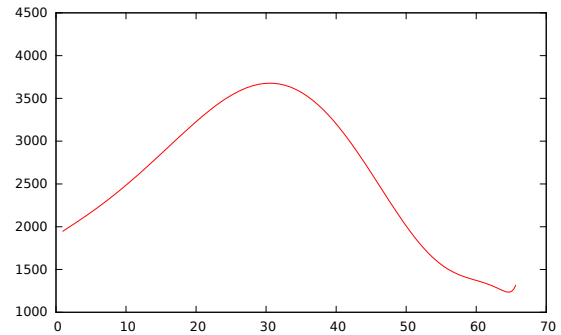


Figure 4: Temps de ramassage en fonction de la proportion de fourmis ramasseuses quand la nourriture est loin

Lorsque les tas de nourriture sont loin, nous pouvons encore émettre les mêmes remarques que précédemment. Les courbes étant très similaires, il semble raisonnable de faire une moyenne afin d'avoir une idée plus générale du comportement des fourmis. Pour chaque pourcentage testé, nous avons donc pris la moyenne de la mesure associée pour chacune des trois distances. Le jeu de données obtenu a ensuite servi à extrapoler par régression polynomiale une expression mathématique nous permettant de donner une estimation du temps de récolte en fonction de la proportion de fourmis chercheuses dans la fourmilière.

Soient x le pourcentage de fourmis chercheuses et $f(x)$ le temps de récolte :

$$f(x) = 0.0181 \cdot x^3 - 2.3204 \cdot x^2 + 66.7091 \cdot x + 1210.3016$$

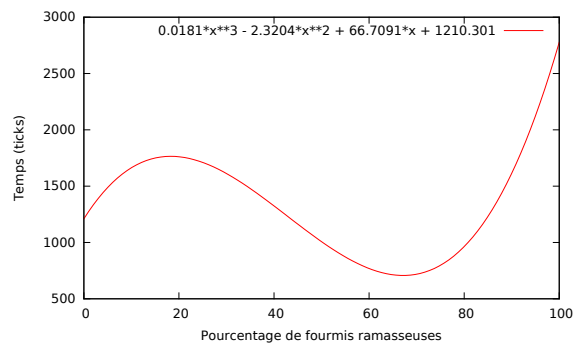


Figure 5: Temps de ramassage en fonction de la proportion de fourmis ramasseuses

La courbe nous montre que la relation est bien ce qui est attendu : d'abord une augmentation du temps de récolte, puis un minimum autour de 70% suivi d'une augmentation très rapide.

5 Discussion

Il est important de porter un regard critique sur la relation obtenue. En effet, bien qu'elle soit fidèle aux résultats obtenue et observés dans la nature, on suppose qu'il a au moins une ramasseuse puisqu'à 100% de chercheuses le temps de ramassage, qui devrait être infini, ne l'est pas.

D'autre part, ils aurait été plus rigoureux de faire un moyenne sur un très grand nombre de mesures afin de réduire au maximum l'erreur, le temps ne nous l'a pas permis.

Conclusion et perspectives

Cette étude nous a donc permis d'extraire un modèle mathématique nous donnant une estimation de la durée nécessaire pour ramasser de la nourriture. Le modèle utilisé n'étant pas parfait, il serait intéressant de tester l'efficacité de ce modèle : comment prendre en compte le nombre de tas de nourriture ? Que se passe-t-il lorsqu'il y a des nids rivaux à proximité ? D'autres types de fourmis pour défendre la colonie ou se disputer les sources de nourriture ?