

TP-Projet LP73 (Print. 2020)

Simulation de fourmilières

Olivier Grunder
olivier.grunder@utbm.fr

1 Introduction

L'objectif du projet LP73 est de développer un programme C++ pour simuler la vie et l'évolution de fourmilières dans un environnement. Le développement de ce programme devra se faire selon les principes de la programmation orientée objet. Le projet est réalisé par groupe de 2 étudiants.

Il sera évalué suivant 3 critères :

- Le travail réalisé par le binôme en fonction des objectifs définis par le sujet du projet, mais également en considérant l'originalité de la démarche, la rigueur du travail accompli, ainsi que la clarté des codes sources,
- Un rapport de quelques pages qui rappelle le sujet, détaille le choix de conception, et met en lumière les objectifs atteints.
- Une soutenance d'une dizaine de minutes qui se déroulera durant la dernière séance de TP.

2 Fonctionnement d'une fourmilière

Le but du projet LP73 est de développer un programme écrit en C++ pour simuler l'évolution de fourmilières dans un environnement. L'objectif d'une fourmilière est de survivre le plus longtemps possible en collectant suffisamment de ressources de l'environnement. La fourmilière initiale sera créée au centre d'une carte représentant le terrain de simulation. Le terrain sera parsemé de sources de nourriture et d'obstacles, qui pourront être renouvelés régulièrement.

Les fourmis sont organisées en suivant une structure hiérarchisée avec une reine, des ouvrières et des guerrières.

La reine a une fonction centrale dans la fourmilière car elle pond des oeufs qui éclosent pour donner naissance aux larves qui ensuite deviendront des fourmis.

Une fourmi commence sa vie comme ouvrière et a la charge d'aménager la fourmilière de s'occuper de la reine et des larves. Lorsqu'elle prend de la maturité, elle devient une guerrière qui peut défendre la fourmilière, sortir de la fourmilière pour aller chercher de la nourriture, attaquer des fourmis ennemis ou attaquer une fourmilière.

Les fourmis guerrières partiront de la fourmilière pour explorer le terrain à la recherche de nourriture en évitant les obstacles qu'elles ne peuvent pas traverser. Une fourmi perçoit son environnement local uniquement sur les cellules adjacentes à sa position. Pour se déplacer la fourmi peut utiliser cette information, ou se déplacer aléatoirement à la recherche de nourriture. Lorsque la fourmi a trouvé de la nourriture, elle peut en collecter une quantité limitée pour la ramener à la fourmilière. Une fourmi qui se déplace sur le terrain peut déposer des phéromones pour identifier son chemin. La phéromone déposée s'ajoute

à la phéromone déjà existante sur le terrain. De plus, avec le temps la phéromone s'évapore et fini par disparaître totalement si elle n'est pas renouvelée. L'information de phéromone est utilisable par toutes les fourmis de la fourmilière se qui permettra notamment aux autres fourmis de remonter les pistes vers les sources de nourriture.

On considérera au départ que la fourmilière dispose d'une reine, de fourmis ouvrières et guerrières.

Note : de nombreux paramètres sont à définir pour la simulation, ils ne sont pas précisés dans le sujet et sont laissés à votre libre appréciation de façon à obtenir une simulation réaliste.

3 Travail à réaliser

Le travail sera réalisé durant les séances de TP selon les étapes suivantes :

3.1 Environnement

Création de l'environnement aléatoirement constitué de nourritures et d'obstacles. Proposer un moyen de visualiser l'environnement dans la console sous forme textuelle. Demander à l'utilisateur les paramètres de la simulation en proposant des valeurs par défaut :

- taille de la carte : par défaut 100 x 50
- nombre d'obstacles (par défaut 1000) et nombre de sources de nourritures (par défaut 500)
- taux d'évaporation des phéromones (par défaut 0.95)

Lorsque la carte de l'environnement est générée, afficher son contenu dans la console texte sous forme de liste de valeurs ou sous forme de mini-carte si les dimensions de l'environnement sont inférieures aux dimensions de la console.

3.2 Fourmi guerrière

Création d'une fourmi guerrière et déplacement dans son environnement en évitant les obstacles et recherchant de la nourriture

- créer une classe fourmi guerrière centrée au milieu du terrain
- la fourmi ne peut se déplacer que horizontalement ou verticalement
- développement d'une stratégie d'exploration aléatoire en évitant les obstacles et en recherchant de la nourriture

Visualiser les déplacements de la fourmi dans l'environnement toujours en mode texte. On pourra afficher une suite de message indiquant les actions de la fourmi ou afficher une mini-carte 2D en mode console.

3.3 Fourmilière

Création de la fourmilière qui génère des fourmis et consomme de la nourriture

- créer une classe fourmilière au centre du terrain
- la fourmilière peut abriter une population maximale de fourmis (paramètre) et de la nourriture en quantité limitée (paramètre).
- la reine peut pondre des oeufs, elle consomme plus de nourriture que les autres fourmis (paramètre)
- faire le lien avec le point 2, en initialisant votre fourmilière avec une reine, des ouvrières et des guerrières qui pourront explorer l'environnement.

3.4 Simulation

Mettre en place une simulation au tour par tour et qui permette à chaque entité d'évoluer pendant un tour correspondant à un court laps de temps. Les entités concernées seront la fourmilière les oeufs, les larves et les fourmis :

- Fourmilière : consommation d'une quantité de nourritures (paramètre) pour chaque tour pour créer de nouvelles fourmis. La création d'une fourmi peut prendre plusieurs tours (paramètre)
- La reine pond des oeufs et consomme de la nourriture.
- Les oeufs évoluent au bout de plusieurs tours en larves qui évoluent en fourmi ouvrière au bout de plusieurs tours
- Fourmi guerrière : les actions d'une fourmi pour chaque tour sont de se déplacer d'une case, de collecter/déposer de la nourriture (la quantité de nourriture que peut porter une fourmi est limitée) ou de se ravitailler en nourriture. On considérera qu'une fourmi a une vie limitée qui baisse progressivement chaque tour (paramètre). En-dessous d'un certain seuil (paramètre), la fourmi doit se ravitailler pour augmenter sa vie. Lorsque sa vie atteint 0, elle meurt.

3.5 Phéromones

Continuer à développer la simulation en introduisant les phéromones :

- les phéromones sont produites par les fourmis quand c'est nécessaire, par exemple en mode exploration et en mode retour avec de la nourriture. Mais quand une fourmi suit une piste de phéromone, ce n'est pas nécessaire.
- proposer un mécanisme qui permette aux fourmis d'utiliser leur perception de l'environnement pour tenir compte des phéromones environnantes (celles contenues dans les cases adjacentes) pour agir. Au final, les fourmis agiront en fonction de la perception locale du terrain et des traces de phéromones.
- introduire l'évaporation progressive des phéromones sur le terrain

3.6 Evolution du terrain

L'évolution du terrain se fera au niveau des obstacles (possibilité de création de nouveaux obstacles), de la nourriture (ajout de nouvelles sources de nourriture et disparition lorsqu'une source de nourriture a totalement été collectée par les fourmis) et de l'évaporation des phéromones

3.7 Nouvelle reine

Définir les paramètres de la simulation pour faire évoluer la population de fourmis au sein de la fourmilière. Il ya une probabilité faible que la reine pondre un oeuf correspondant à une nouvelle reine. Lorsque la taille de la population atteint la capacité maximale de la fourmilière, la reine aura plus de chances de pondre une future nouvelle reine.

Dans ce cas, lorsque la future reine atteindra une maturité de guerrière, elle quittera la fourmilière avec quelques guerrières et ira créer une nouvelle fourmilière sur le terrain qui deviendra une fourmilière concurrente.

3.8 Interface graphique

Ajouter une interface graphique (avec Gtkmm3 par exemple) permettant de visualiser l'évolution de la simulation avec le terrain, les obstacles, la nourriture ainsi que les fourmilières et les fourmis qui se déplacent.