

Le rat de labyrinthe

Fourmis vs glouton

CASTEL Romane

TIPE: Juin-Juillet 2017



Quels paradigmes informatiques permettent résoudre approximativement un problème analogue à celui du voyageur de commerce ?

Ces stratégies sont-elles toujours efficaces en cas de compétition ?

1 Algorithme de résolution naïf

- Principe d'étude
- Algorithme glouton

2 Algorithme des fourmis

- Les fourmis naturelles
- Fourmis artificielles
- Algorithme des fourmis
- Amélioration
- Comparaison

3 Compétition

- Inefficacité de l'algorithme des fourmis face au glouton
- Statistiques
- Explications

4 Sources

Algorithme de résolution naïf

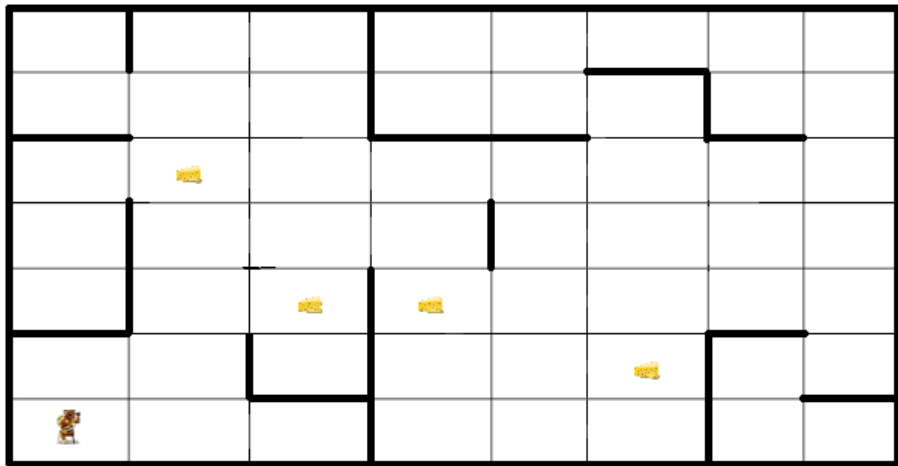
Principe de Pyrat

- Pyrat: modélisation de la situation



Algorithme de résolution naïf

Principe d'étude

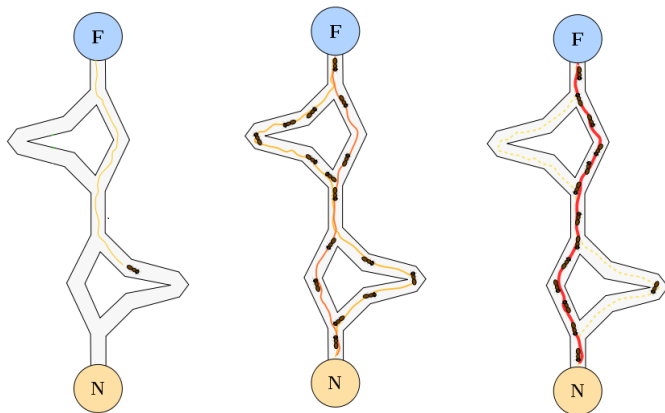


Graphe généré aléatoirement.

Algorithme des fourmis

Fourmis naturelles

Imitation du comportement naturel des fourmis



→ temps

Algorithme des fourmis

Fourmis naturelles

De la fourmi naturelle à la fourmi artificielle...

	Fourmis naturelles	Fourmis artificielles
moyen de communication	tactile, sonore, visuel, chimique (stigmergie)	la stigmergie
hiérarchie	oui	non
possède une mémoire	non	oui
trouve le plus court chemin	oui	oui

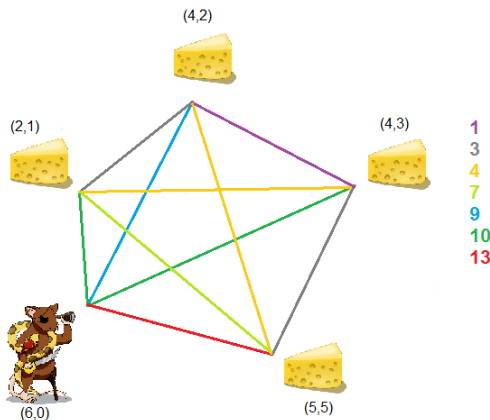
Algorithme des fourmis

Création du métagraphe

Création du métagraphe

- Sous-graphe composé de la position de la souris et de celle des fromages

Les numéros correspondent à la longueur du chemin de la même couleur.

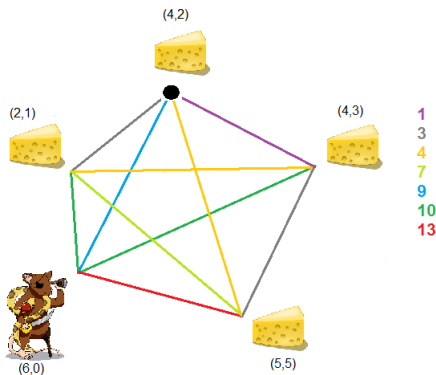


Algorithme des fourmis

Implémentation des fourmis artificielles

Définition d'une classe fourmis

- Création d'une nouvelle fourmi avec une mémoire vide ●
- Initialisation de sa position

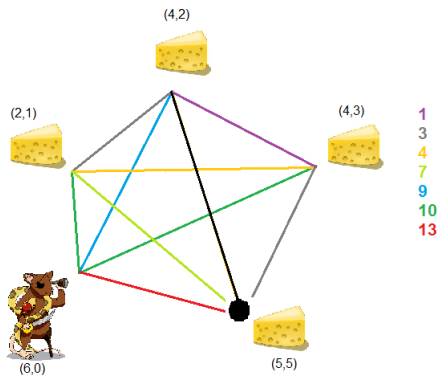


Algorithme des fourmis

Implémentation des fourmis artificielles

Définition d'une classe fourmis

- Création d'une nouvelle fourmi avec une mémoire vide
- Initialisation de sa position
- Don de sa future position

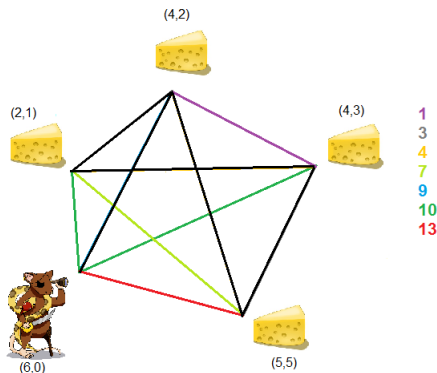


Algorithme des fourmis

Implémentation des fourmis artificielles

Définition d'une classe fourmis

- Création d'une nouvelle fourmi avec une mémoire vide
- Initialisation de sa position
- Don de sa future position
- Dépôt de phéromone sur le graphe



Algorithme des fourmis

initialisation;

for $tour=t1...tmax$ **do**

for *Chaque fourmis* $k=1,...,m$ **do**

 Choisir un fromage au hasard;

for *Chaque fromages non visités* i **do**

 Choisir un fromage j dans la liste des fromages restants selon
 une formule de probabilité

end

 Déposer une piste de phéromones sur le trajet

end

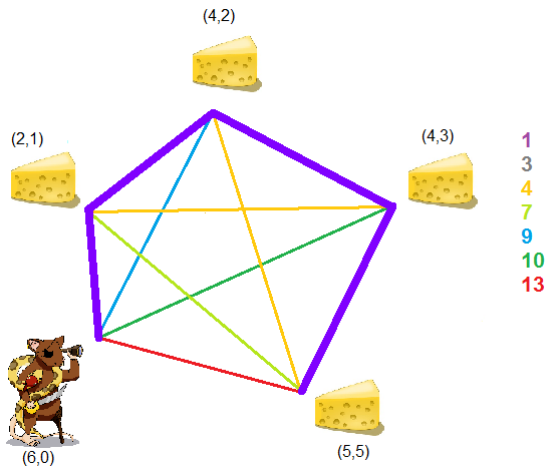
 Évaporer les phéromones

end

Algorithme des fourmis

Résultat intermédiaire

Plus court chemin par l'algorithme des fourmis : 1000 tours, 100 fourmis.

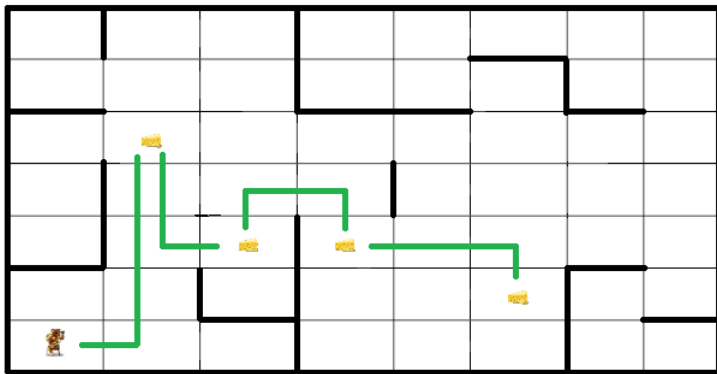


Algorithme des fourmis

Résultat

Chemin final dans le graphe initial

- Application de l'algorithme de Dijkstra entre chaque sommet du métagraphe



Algorithme des fourmis

Complexité

- $NbTours$: le nombre de fois où les fourmis cherchent un chemin
- m : nombre de fourmis
- n : nombre de sommets dans le méta graphe

Complexité globale

$$O(n^2 + m + NbTours * n^2 * m) \approx O(NbTours * n^2 * m)$$

Pour $n = 10^6$ sommets, $NbTours = 10^3$ et $m = 10^{10}$ fourmis
il y a $k * 10^{25}$ calculs, k est une constante.

Algorithme des fourmis

Amélioration

Fourmis élitistes

- Plus d'importance pour la meilleure fourmis
- Avantages
 - Convergence plus rapide vers une solution

Complexité

$$O(\text{NbTours} * n^3)$$

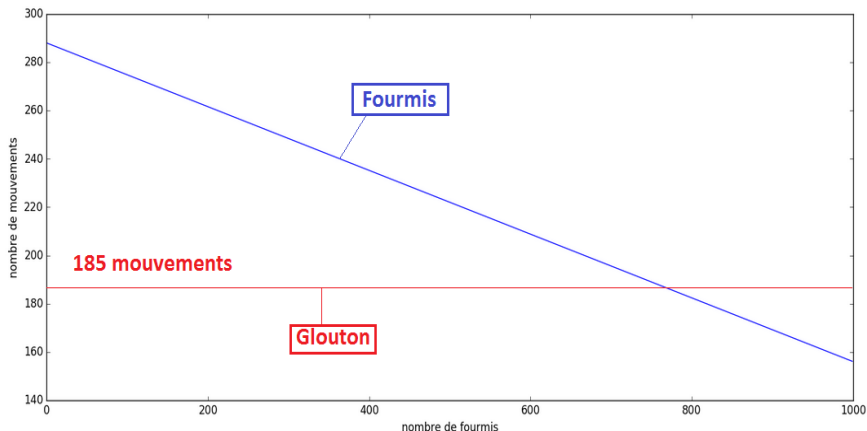
- Inconvénients
 - Risque de convergence vers une solution non optimale

Finalelement...

Pour notre étude, nous gardons l'algorithme des fourmis classique.

Algorithmes des fourmis

Comparaison

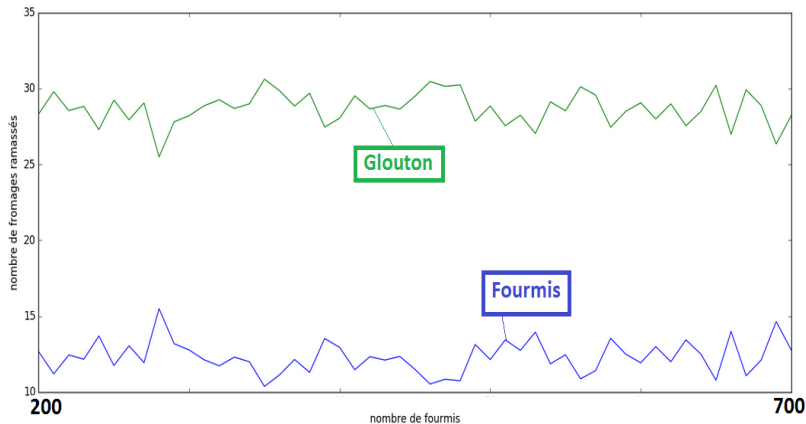


Nombre total de mouvements de la souris en fonction du nombre de fourmis (carte de 40 fromages)

Compétition

Inefficacité de l'algorithme des fourmis face au glouton

- Deux intelligences artificielles
- Glouton VS Fourmis



Compétition entre les fourmis et le glouton; 40 fromages.

- 5000 tests effectués
- Sur une carte avec 40 fromages :

Intelligence	nombre de fromages ramassés
Glouton	27,6
Fourmis	12,4

- Algorithme des fourmis : les calculs sont fait avant que la souris se déplace, donc ne prend pas en compte les changements du graphe.
- Algorithme glouton : les calculs sont fait au tour par tour.

- Vincent GRIPON, Bastien PASDELOUP :
<http://formations.telecom-bretagne.eu/pyrat/>.
- YOUTUBE: Jeff LETTMAN. Ant Colony Optimization.
<https://www.youtube.com/watch?v=xpyKmjJuqht=1524s>.
- Thèse: Monsieur Benyamina Ahmed. Application des algorithmes de colonies de fourmis pour l'optimisation et la classification des images.
- Thomas Stutzle, Marco Dorigo : A short convergence proof for a Class of Ant Colony Optimization Algorithms.

- Yifang LI, Yannick KERGOSIEN, Jean-Charles BILLAUT : Le problème du voyageur de commerce,
<https://interstices.info/jcms/c37686/>.
- JK Hao, P Galinier, M Habib : Revue d'intelligence artificielle, 1999, Volume : No 1999
<http://www.info.univ-angers.fr/pub/hao/papers/RIA.pdf>.
- Jean-Michel HELARY : Le plus court chemin,
[https://interstices.info/jcms/c15578/le – plus – court – chemin](https://interstices.info/jcms/c15578/le-plus-court-chemin).

ANNEXES- COMPLÉMENTS TIPE

Compléments sur l'algorithme des fourmis :

Définition d'une classe fourmis

- Création d'une nouvelle fourmi avec une mémoire vide
- Initialisation de sa position
- Don de sa future position

$$P_{ij}^k = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}^\alpha}{\sum_{l \in N_i^k} \tau_{il}^\alpha} & \text{si } j \in N_i^k \\ 0 & \text{si } j \notin N_i^k \end{cases} \quad (1)$$

N_i^k : noeuds autour de la $k^{\text{ième}}$ fourmis.

τ_{ij} : la quantité de phéromones sur le chemin liant i et j.

- Dépôt de phéromone sur le graphe

$$\Delta \tau^k = \frac{1}{L^k} \quad (2)$$

Algorithme des fourmis

Complexité

Algorithme des fourmis

initialisation: Initialisation : $O(m+n^2)$

for $tour=t1\dots tmax$ do Boucle de l'algorithme: $O(NbTour*n^2*m)$

for Chaque fourmis $k=1,\dots,m$ do

Choisir un fromage au hasard; Cycle de l'algorithme : $O(n^2m)$

for Chaque fromages non visités i do

Choisir un fromage j dans la liste des fromages restants selon
une formule de probabilité

end

Déposer une piste de phéromones sur le trajet

Dépôt de
phéromones : $O(n^2m)$

end

Évaporer les phéromones

Evaporation des phéromones : $O(n^2)$

end

Algorithme des fourmis

Complexité

Complexité globale

$$O(n^2 + m + NbTours * n^2 * m) \approx O(NbTours * n^2 * m)$$

Complexité des fourmis

Initialisation

$$O(|L| + m) = O(n^2 + m)$$

Cycle de l'algorithme

$$O(n^2 * m)$$

Fin de cycle et dépôt des phéromones

$$O(|L| + m |L|) = O(n^2 * m)$$

Évaporation des phéromones

$$O(|L|) = O(n^2)$$

Algorithme des fourmis

Complexité

Complexité globale

$$O(n^2 + m + NbTours * n^2 * m) \approx O(NbTours * n^2 * m)$$

Compléments : les métaheuristiques :

- Heuristiques servant elles-mêmes à trouver des heuristiques pour résoudre un problème.
- Une heuristique traduit une intuition.

Compléments sur le glouton : pseudo-code :

- Succession de solutions localement optimales.



```
initialisation Dijkstra(position initiale);  
while liste des noeuds non visités non vide do  
|   Dijkstra(Noeud);  
|   if le noeud le plus proche non visité then  
|   |   Noeud = noeud le plus proche;  
|   |   Noeud est visité;  
|   else  
|   |   sélectionner le second noeud le plus proche ;  
|   end  
end
```