

	ING2 – Mathematics and Computer Science	
	TP : Le recuit simulé	
	<i>EISTI</i>	
	Subject : ML-OPT-IA -	Due date : January 17, 2023
	Application	Number of pages : 3

1 Le problème du voyageur de commerce

Problem 1.

Le problème du voyageur de commerce (ou Traveling Salesman Problem, TSP) s'énonce de la manière suivante :

"Étant donné une liste de villes et les distances séparant chacune d'entre elles; quelle est la plus courte tournée possible qui visite chaque ville une seule fois et revient au point de départ?"

L'objectif est de trouver le cycle hamiltonien le plus court du graphe complet, non orienté de villes. Pour 22 villes, il existe plus de 51.10^{18} tournées possibles, pour 304 villes, plus de 2.10^{624} ! Pour un trajet symétrique, la complexité est de $\frac{(n+1)!}{2}$.

L'archive RS . tgz contient l'ensemble des fichiers permettant de réaliser ce TP. Vous trouverez une description détaillée de son contenu dans le fichier README . md, ainsi qu'un ensemble d'instances de problèmes pour tester vos paramétrages sur un nombre plus important de villes.

2 Avant la métaheuristique...

Votre premier travail est d'avoir un ordre d'idée du résultat à atteindre (améliorer) en utilisant des techniques plus ou moins naïves :

- Naïf (ballade aléatoire) : générer $1000 * n \cdot b_{villes}$ trajets aléatoires et sélectionner le plus court;
- Un peu plus malin (algorithme glouton) : choisir une ville au hasard, la connecter à la ville la plus proche et réaliser un trajet valide comportant toutes les villes. Répéter plusieurs fois l'opération, sélectionner le trajet le plus court.

3 Coder l'algorithme

Votre premier travail est de coder l'algorithme du recuit-simulé de manière "générique". Pour cela, vous créerez notamment :

- une fonction perturbation qui prend en paramètre une solution et génère une nouvelle solution en son voisinage;
- une fonction critèreMetropolis qui prend en paramètre un delta, une température et retourne un booléen représentant l'acceptation ou non de la nouvelle solution;
- une fonction refroidissement qui prend en paramètre une température et retourne sa nouvelle valeur.

4 Comprendre l'impact des paramètres

Nous allons ensuite faire tourner l'algorithme à température fixe, afin d'étudier le rôle de ce paramètre.

Exercise 1.

- a. Fixer une température élevée 10^6 , interpréter le comportement de l'algorithme.
- b. Fixer une température proche de 0, interpréter le comportement de l'algorithme.
- c. Étudier une valeur de température autour de laquelle on passe d'un comportement à l'autre, interpréter sa valeur.

5 Mesures de performance

Exercise 2.

- a. Afficher, en fin de programme, le nombre d'améliorations réalisées durant l'exécution de l'algorithme ainsi que le rapport (amélioration/nb d'évaluations).
- b. Quels seraient les critères de performances de l'algorithme pour comparer 2 versions ?
- c. Comment savoir si le résultat fourni est convenable ou bien si l'algorithme est stable ?

6 Température

Nous allons ensuite faire tourner l'algorithme à température variable, afin d'étudier le rôle de ce paramètre.

Exercise 3.

- a. Fixer une température élevée 10^6 , interpréter le comportement de l'algorithme, en affichant le nombre de solutions acceptées à chaque itération.
- b. Fixer une température proche de 0, interpréter le comportement de l'algorithme.

- c. Fixer une valeur de décroissance à 0.1, 0.5, 0.8, 0.9 et 0.99, interpréter le comportement de l'algorithme.
- d. En faisant varier sa valeur, étudier l'impact du palier de température sur le résultat de l'algorithme.
- e. Étudier la différence entre les deux équations de température.

7 Initialisation et Voisinage

Exercise 4.

- a. Est-il judicieux d'initialiser la solution telle que réalisée ? Quel est l'impact d'une initialisation aléatoire.
- b. La perturbation codée réalise une modification de 4 arêtes. Réalisez une fonction qui perturbe la solution de seulement 3 arêtes.
- c. La permutation 2-opt réalise une perturbation qui ne modifie que 2 arêtes. Tester cette permutation.

8 Convergence

Exercise 5.

- a. Créer un critère de convergence qui stoppe le palier de température lorsqu'il y a eu un certain nombre d'itérations sans amélioration.