

4A - RO et IA - Contrôle Continu 1 – Correction rapide

Consignes

Documents

Aucun document n'est autorisé.

Calculatrice

La calculatrice n'est pas autorisée.

Durée

1 heure

Métaheuristiques

Exercice 1

8 Points

Q1-1 : Qu'est-ce qu'un problème d'optimisation ? 1pts

Un problème d'optimisation est composé de trois éléments :

- Une fonction objectif F à minimiser ou maximiser.
- Un ensemble de Variables de Décision.
- Un ensemble de contraintes portant sur les variables de décision.

Q1-2 : Comment distingueriez-vous le domaine de l'Intelligence Artificielle du domaine de la Recherche Opérationnelle ? 0.5pts

La notion d'obtenir le meilleur résultat de la meilleure manière possible est intrinsèquement liée à la Recherche Opérationnelle tandis que l'Intelligence Artificielle se situe plus dans la comparaison avec l'être humain.

Q1-3 : Qu'est-ce que le problème du voyageur de commerce ? 0.5pts

http://fr.wikipedia.org/wiki/Probl%C3%A8me_du_voyageur_de_commerce

Q1-4 : Quel est le principal problème lié à l'utilisation de métaheuristiques ? 0.5pts

-Lorsqu'on utilise des métaheuristiques, on accepte de ne pas trouver obligatoirement l'optimum global au bout d'un temps ou nombre d'itération fixé.

-Certaines métaheuristiques sont particulièrement difficiles à paramétrer pour les rendre efficaces.

Q1-5 : Quel est le principal avantage lié à l'utilisation de métaheuristiques ? 0.5pts

Ce sont des algorithmes génériques que l'on peut appliquer à n'importe quel problème d'optimisation (avec plus ou moins de succès), leur implémentation est relativement simple.

Q1-6 : Qu'est-ce que la théorie de la complexité ? 0.5pts

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_de_la_complexit%C3%A9_\(informatique_th%C3%A9orique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_de_la_complexit%C3%A9_(informatique_th%C3%A9orique))

Q1-7 : Qui était Alan Turing ? 0.5pts

http://fr.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing

Q1-8 : Qu'est-ce qu'une machine de Turing ? 0.5pts

http://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_de_Turing

Q1-9 : Qu'est-ce que le test de Turing ? 0.5pts

http://fr.wikipedia.org/wiki/Test_de_Turing

Q1-10 : Décrivez les grandes étapes de la recherche locale naïve. *1pts*

Cf. planches de cours

Q1-11 : Décrivez les grandes étapes du recuit simulé. *1pts*

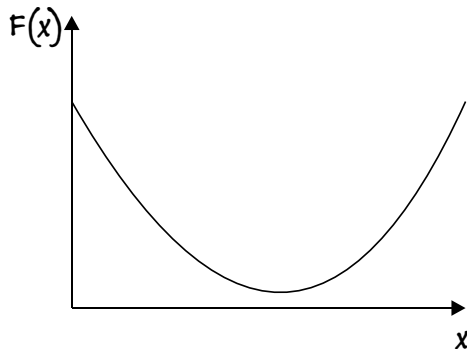
Cf. planches de cours

Q1-12 : Décrivez les grandes étapes d'un algorithme génétique. *1pts*

Cf. planches de cours

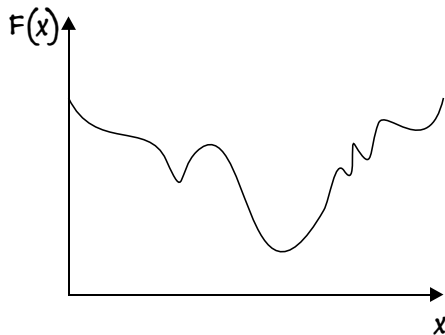
Exercice 2 6 Points

Q2-1 : En admettant que l'on cherche à minimiser F , quelle métaheuristique utiliseriez-vous ? Et Pourquoi ?



La fonction à optimiser ne présente pas de minima locaux, nous utiliserions donc la **recherche locale naïve**.

Q2-2 : En admettant que l'on cherche à minimiser F , quelle métaheuristique utiliseriez-vous ? Et Pourquoi ?

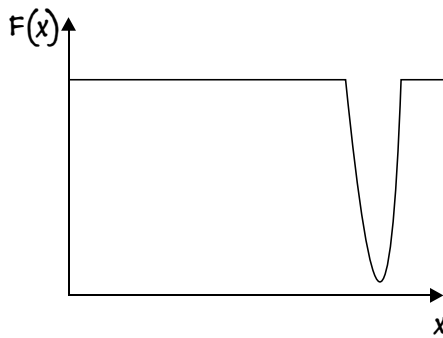


La fonction à optimiser présente des minima locaux, nous ne pouvons pas utiliser la recherche locale naïve au risque de se retrouver bloqué dans un minimum local si la solution initiale ne se trouve pas au centre de notre graphique.

Nous pouvons utiliser ici le **recuit simulé** qui nous permettra de dépasser ces minima locaux.

Utiliser un algorithme génétique est également possible, mais plus coûteux en moyenne que le recuit simulé.

Q2-3 : En admettant que l'on cherche à minimiser F , quelle métaheuristique utiliseriez-vous ? Et Pourquoi ?



Les méthodes de la famille Recherche Locale vues en cours (Recuit simulé et Recherche locale naïve) ont de grandes chances de ne pas renvoyer de résultats satisfaisants si la solution initiale se trouve sur la partie gauche du graphe. Ainsi, Nous utiliserions un algorithme génétique qui proposera, de par le fait d'être une méthode à base de population, une grande probabilité de tirer parmi les individus de la population initiale des solutions dans le 'creux' de la courbe, et permettra donc la progression de l'optimisation.

Exercice 3 *6 Points*

On souhaite concevoir l'emploi du temps de l'année prochaine. Nous avons à notre disposition un ensemble de salles de classe C , un ensemble de professeurs P , un ensemble de groupes d'étudiants G , et enfin un ensemble de créneaux horaires H . Nous souhaitons trouver la meilleure répartition possible des quadruplets $q_i \in C \times P \times G \times H$ c'est-à-dire le meilleur ensemble d'associations entre une salle de classe, un professeur, un groupe d'étudiant, et un créneau horaire donné.

Q3-1 : Enoncer les contraintes physiques évidentes de ce problème (ex : un professeur ne peut se trouver dans deux salles différentes sur le même créneau horaire)

- Un groupe d'étudiant ne peut pas avoir cours dans deux salles sur le même créneau horaire.
- Deux professeurs ne peuvent pas être dans la même salle sur le même créneau horaire.
- ...

Q3-2 : Proposer des contraintes 'de confort' possibles (ex : un groupe d'étudiants ne doit pas avoir un professeur plus d'un créneau horaire d'affilée)

- Un professeur ne doit pas changer plus de 2 fois de salle de classe dans une journée.
- Un groupe d'étudiant ne doit pas avoir plus de 4 professeurs différents dans une journée.
- ...

Q3-3 : Nous souhaitons utiliser un algorithme génétique pour trouver un emploi du temps respectant les contraintes physiques et optimisant nos critères de confort. Modéliser ce problème de manière à ce que l'on puisse appliquer un algorithme génétique par la suite. C.à.d. proposez ce que seraient :

- Un individu
 - Un individu est ici un emploi du temps complet, la population est donc un ensemble d'emplois du temps.
- Une méthode pour générer la population initiale
 - Répéter autant de fois que le nombre d'individus souhaités pour la population initiale :
 - Créer un individu :
 - Pour chaque créneau horaire
 - Tirer au hasard un professeur, une salle de classe et un groupe d'étudiant.
- La fonction fitness (fonction d'évaluation) prenant en compte les contraintes physiques et de confort
 - On souhaite pénaliser grandement le non-respect des contraintes physiques et un peu le non-respect des contraintes de confort ainsi :

- $F(\text{emploi-du-temps}) = \text{Nombre de violation des contraintes de confort} + \text{Nombre de violation des contraintes physiques} \times 100$
- Les opérateurs de sélection, croisement et mutation
 - Sélection :
 - Prendre les 30% individus ayant la plus faible fonction de fitness (emploi du temps) de la population.
 - Croisement :
 - Créer un nouvel individu à partir de deux parents :
 - Pour chaque créneau horaire :
 - Choisir au hasard le triplet Groupe d'étudiant/Professeur/Salle de classe correspondant au même créneau du parent1 ou du parent2
 - Mutation :
 - Effectuer avec une probabilité de 20% :
 - Répéter sur 10% des créneaux horaires pris au hasard une action au hasard parmi les suivantes :
 - Choisir un deuxième créneau horaire au hasard et échanger les groupes/professeurs/salle de classe.
 - Echanger le groupe d'étudiant avec un pris au hasard dans la liste des groupes d'étudiants.
 - Echanger la salle de classe avec une prise au hasard dans la liste des salles de classes.
 - Echanger le professeur avec un pris au hasard dans la liste des professeurs.

Cette proposition est naïve, mais est d'une grande facilité d'implémentation. Il est fort probable qu'un emploi du temps 'parfait' ne soit pas trouvé grâce à ce paramétrage, et que certaines violations de contraintes physiques persistent, mais cependant, les meilleurs individus trouvés au bout d'un grand nombre d'itération pourraient certainement servir de 'base' de travail pour un responsable du planning.

Ne pas oublier que d'autres opérateurs de sélection/croisement/mutation étaient bien évidemment valides.

Bien entendu, pour être plus proche de la problématique réelle, il faudrait également modéliser les disponibilités des professeurs, les matières pouvant être enseignées par chacun d'entre eux ainsi que les matières nécessaires à chaque groupe d'étudiant, etc.

Bon courage et merci de votre participation !