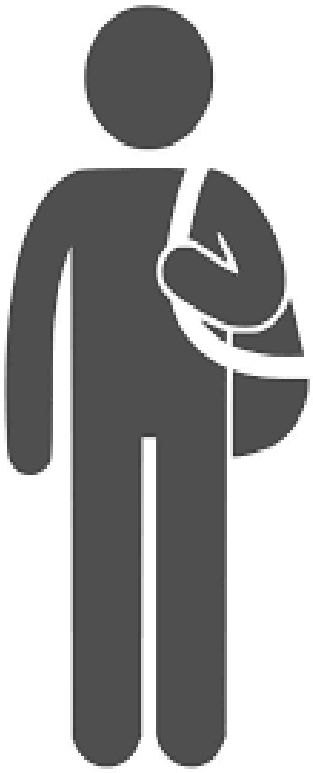
GARNIER Jérémy
SANCI Enzo

Algorithme Génétique
Problème du voyageur de commerce



L3 SI Informatique
Semestre 6

Sommaire

Introduction :

Les algorithmes génétiques sont des algorithmes d'optimisation s'appuyant sur des techniques dérivées de la génétique et des mécanismes d'évolution de la nature : croisements, mutations, sélections, etc...

Les applications des algorithmes génétiques sont multiples : traitement d'image , optimisation d'emplois du temps, optimisation de design, apprentissage des réseaux de neurones etc.

Le but de ce projet est d'appliquer l'algorithme génétique au problème du voyageur de commerce, la mise en œuvre de cet algorithme consiste particulièrement à intégrer des nouveaux opérateurs de sélection et de croisement génétique.

Problème du Voyageur de Commerce :

Un voyageur de commerce doit visiter n villes données en passant par chaque ville exactement une fois. Il commence par une ville quelconque et termine en retournant à la ville de départ.
Les distances entre les villes sont connues.

Le problème du voyageur de commerce est le suivant :

« Trouver le chemin le plus court passant par toutes les villes et retournant à son point de départ. »

C'est un problème ne connaissant pas de solutions optimales fixes. Les algorithmes génétiques permettent de trouver une solution « très » proche de la réalité, le but étant de tendre vers la solution la plus optimale.

Le problème du voyageur de commerce fournit un exemple d'étude d'un problème NP-complets dont les méthodes de résolution peuvent s'appliquer à d'autres problèmes de mathématiques discrète. Néanmoins, il a aussi des applications directes, notamment dans les transports et la logistique. Par exemple, trouver le chemin le plus court pour les bus de ramassage scolaire.

Exemple :

Figure 1 :

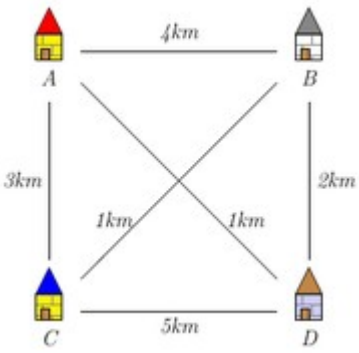
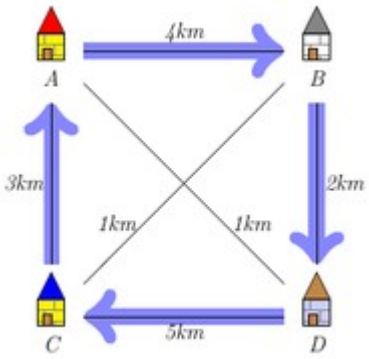
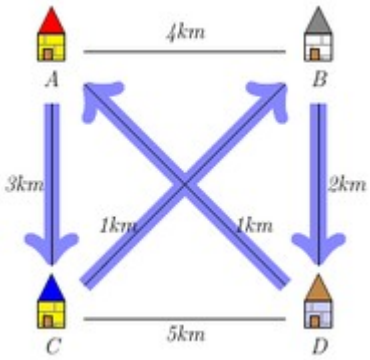


Figure 2 :



- 3 + 4 + 2 + 5 = 14 km

Figure 3 :



- 3 + 1 + 2 + 1 = 7 km

Contraintes et Spécifications :

1. Environnement :
- L'application est réalisé en C++
- L'application graphique est implanté en Java
- Le protocole réseau utilisé est TCP/IP pour l'affichage de la solution

2. Interfaces utilisateur
- Terminal

3. Interfaces matérielles utilisé
- GNU/Linux

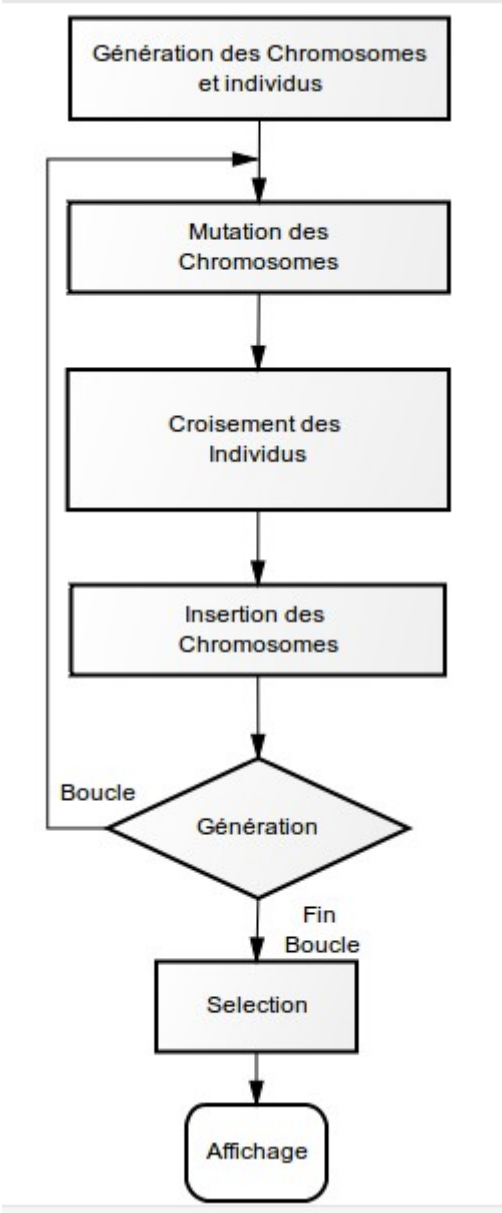
4. Interfaces logicielles
- Terminal pour exécuter le programme
- Adaptation avec l'application graphique (BlackBoard).

5. Interfaces de communications
- Protocole TCP/IP

6. Contraintes appliqués au projet
- Dépendance à l'application graphique
- Utilisation du TCP/IP
- Respect des propriétés des algorithmes génétiques
- Problème du « voyageur de commerce »
- Exécutable GNU/Linux
- Fichier README à réaliser

Logigramme :

Un algorithme génétique va faire évoluer une population dans le but d'améliorer les individus.



Le déroulement d'un algorithme génétique peut être découpé en cinq parties :

1. La création de la population initiale
2. L'évaluation des individus
3. La création de nouveaux individus
4. L'insertion des nouveaux individus dans la population
5. Réitération du processus

Appliqué au problème du voyageur de commerce :

1. Génération aléatoire de la position des villes
2. Calcul des meilleures solutions
    1. Mutation des chromosomes
    2. Croisement des individus
    3. Insertion des individus
    4. Génération
3. Sélection du meilleur individu
4. Affichage de la meilleure solution trouvée

Programmation :

Le programme comporte 8 classes, dont 2 nécessaires à l'affichage, qui nous étaient fournies.

La classe **Cgene** :

- Permet la génération à des coordonnées x et y aléatoires d'une ville .
- Comporte deux constructeurs
- Trois accesseurs permettant de retourner le numéro ainsi que les coordonnées en x et y de la ville.

La classe **CgeneList** :

- Permet de stocker toutes les villes créés par la classe **CGene** .

La classe **Cdistance** :

- Permet de calculer la distance entre chaque ville présente dans la liste générée par la classe **CGeneList** .

La classe **Cchromosome** :

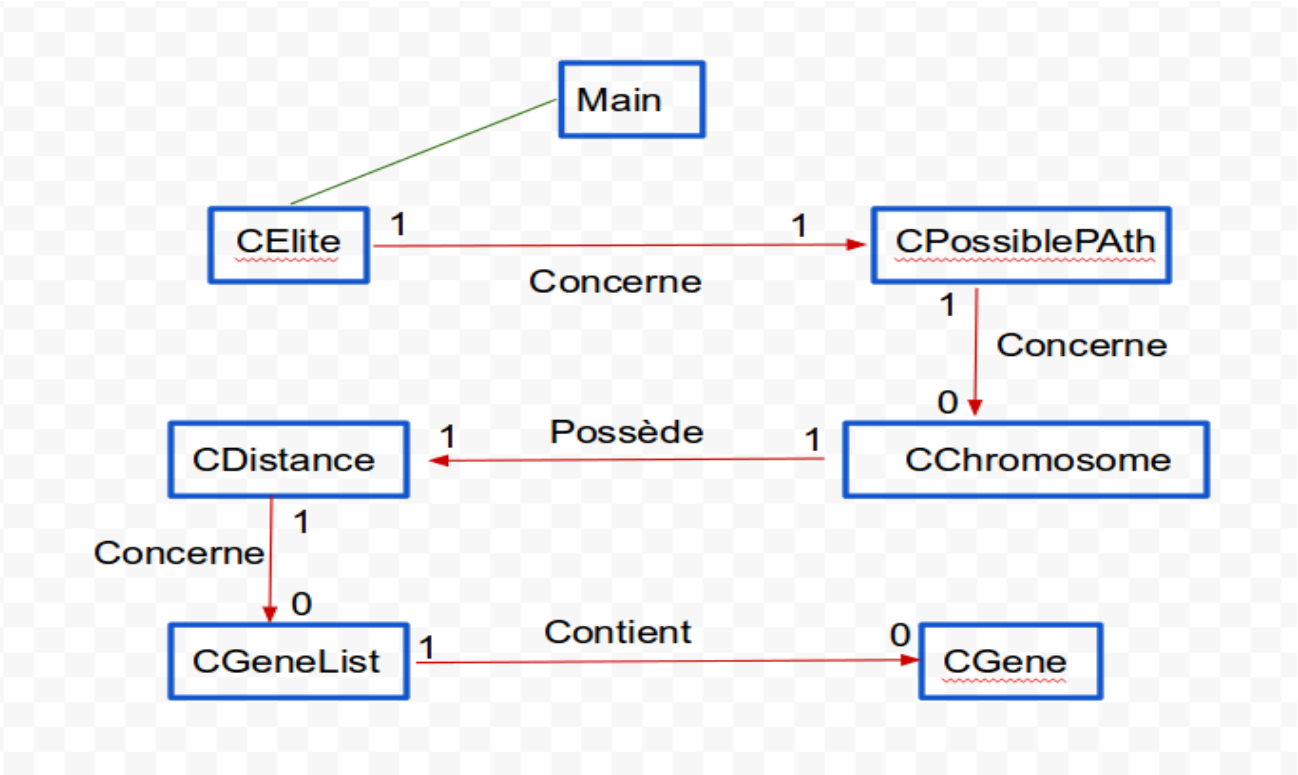
- Permet de créer un chemin aléatoire pour toutes les villes .

La classe **CpossiblePath** :

- Permet de lister tous les chemins aléatoires obtenus .

La classe **Celite** :

- Permet la sélection du meilleur chemin (individu) parmi ceux listés .



Problèmes rencontrés :

Nous avons listé les problèmes rencontrés au cours de la programmation de cette application.

1. Problèmes rencontrés lors de la création aléatoires des chromosomes :

- Obtenir une liste aléatoire de chiffres contenus dans un intervalle et sans doublons. *

Solution : Création d'une liste des nombres contenus dans l'intervalle dans l'ordre croissant puis mélange aléatoire de cette liste.

- Obtenir des chemins différents alors que leur initialisation est faite dans la même seconde, l'initialisation du rand par rapport au temps n'est donc pas suffisante (problème également rencontré lors de l'initialisation des gènes et de leur mutation , mais aussi au niveau du nombre de gènes à croiser lors d'un croisement.).

Solution: Utilisation d'une variable globale initialisée à un grand nombre (5000) et incrémentée à chaque construction de chemin, que l'on multiplie au résultat de time(NULL) dans l'initialisation du rand.

2. Problèmes dus au croisement des individus dans la classe C Elite :

- Après croisement des individus , les nouveaux chromosomes obtenus possédaient des doublons au niveau des numéros de gènes : on pouvait obtenir plusieurs fois le même gène , ce qui insinuait qu'un chromosome ne passaient pas par tous les gènes .

Solution: Création d'une méthode vérifiant si un chromosome possède un doublon ,en stockant les gènes , et permettant le changement d'un gène par un autre en cas de doublon .

3. Problèmes lors de la compilation du programme : problème de régression :

En effet , nous mutons dans tous les cas les chromosomes , même si le résultat était optimal. L'individu final obtenu n'était donc pas la meilleure solution .

Solution: Calcul de la distance avant et après mutation de gènes : si le premier résultat est plus petit que la deuxième distance calculée , on garde la première . Premières compilations et premières difficultés .

Perspectives d'évolution et d'application :

Nous avons pu remarquer au cours de ce projet que le temps de calcul croissait très rapidement avec l'augmentation du nombre de villes. L'optimisation du temps de calcul serait donc un axe de travail tout à fait valable pour l'évolution du projet. On pourrait par exemple optimiser la fonction de fitness qui est appelée très souvent afin de réduire le temps de calcul, ou encore réduire les espaces de recherche qui sont considérables dus au nombre de solutions important.

L'utilisation des algorithmes génétiques et particulièrement de l'application réalisée peut être pratique , notamment dans les GPS , qui à partir d'une position donnée et d'un point d'arrivé, détermine le trajet le plus court.

L'utilisation de cette application pourrait être utile , pour réalisé des comparatifs par exemple dans les finances afin de détecter les actions cotés en Bourse les plus intéressantes , et les acquérir.

Il existe une infinité d'utilisation des algorithmes , d'ailleurs beaucoup de programme les utilisent (GPS,réseaux de télécommunications...) , et avec l'évolution de la technologie , ils deviennent indispensables .
D'autres domaines industriels utilisent aujourd'hui les algorithmes génétiques tels que l'aérodynamique où des optimisations sont mises au point avec des algorithmes génétiques, l'optimisation structurelle, qui consiste à minimiser le poids d'une structure en tenant compte des contraintes de tension admissibles pour les différents éléments, et la recherche d'itinéraires :

Nous pouvons aussi citer la société Sony qui les a utilisés dans son robot Aibo. En effet, ce robot a « appris » à marcher dans un dispositif expérimental où son système de commande a été soumis à une évolution artificielle. Différents modes de commandes ont été testés, les plus performants ont été croisés et le résultat a été très positif. De génération en génération, le robot s'est redressé, puis a commencé à marcher en chutant souvent et a fini par marcher.

Conclusion :

Les algorithmes génétiques fournissent des solutions proches de la solution optimale à l'aide des mécanismes de sélection, d'hybridation et de mutation. Ils sont applicables à de nombreux problèmes, dont le problème du voyageur de commerce.

L’intérêt de ce projet a été la mise en œuvre de l’algorithme génétique qui est largement utilisé dans la recherche scientifique.