Forestier Quentin & Herzig Melvyn

MLG – 08.06.2022

The Burman Traveling Salesman Problem

Labo 5



## Expliquez brièvement le problème et votre solution

Ce laboratoire est axé autours du problème de voyageur de commerce. Dans ce problème d’optimisation, nous tentons de déterminer, parmi une liste de villes, quel est le circuit le plus court qui passe par toutes les villes une et une seule fois. À l’heure actuelle, il n’y a pas d’algorithme qui permet de résoudre ce problème en temps polynomiale, il est qualifié comme un problème NP-complet.

Dans le cadre de cette expérience, nous avons 14 villes dont les latitudes et les longitudes sont les suivantes :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Ville | Lat | Lon | | 0 | 16.47 | 96.10 | | 1 | 16.47 | 94.44 | | 2 | 20.09 | 92.54 | | 3 | 22.3\* | 93.37 | | 4 | 25.23 | 97.24 | | 5 | 22.00 | 96.05 | | 6 | 20.47 | 97.02 | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Ville | Lat | Lon | | 7 | 17.20 | 96.29 | | 8 | 16.30 | 97.38 | | 9 | 14.05 | 98.12 | | 10 | 16.53 | 97.38 | | 11 | 21.52 | 95.59 | | 12 | 19.41 | 97.13 | | 13 | 20.09 | 94.55 | |

Les distances séparant les villes n’ont pas été considérées dans un plan Euclidien mais comme étant sur un sphéroïde aplati.

Dans ce laboratoire, nous sommes intéressés par l’obtention de la meilleure solution possible en utilisant un algorithme génétique. Comme, nous ne connaissons pas la solution optimale, il faudra exécuter l’algorithme plusieurs fois pour vérifier s’il ne trouve pas une meilleure solution.

## Fournissez la meilleure route que vous avez trouvé and le chemin le plus court en termes de kilomètres. Est-ce que c’est le chemin optimal ? Expliquez.

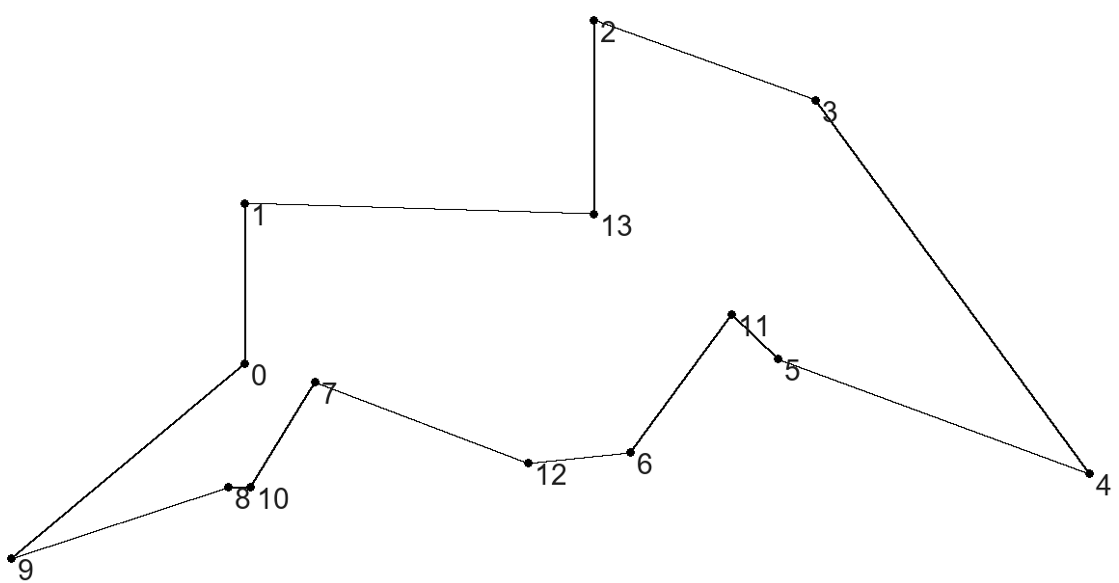


Figure 1 Meilleure route trouvée

La figure 1 présente la meilleure route que nous avons trouvé avec une distance de 3346.76 kilomètres. Nous pensons que ce chemin est optimal pour deux raisons :

* La première est purement visuelle. À l’œil, le chemin semble être le plus court.
* La seconde est exploratoire. Après avoir effectué de nombreux tests avec des configurations différentes, la distance 3346.76 a systématiquement été égalée mais jamais battue.

Bien que nous pensons que notre solution est optimale, nous affirmons qu’elle n’est pas foncièrement mauvaise puisqu’aucun chemin n’en croise un autre, ce qui est une caractéristique incontestable d’une solution non optimale.

## Décrivez votre fonction de « fitness »

Notre fonction de « fitness » est montrée en figure 2. Sont fonctionnement est simple. Pour calculer le fitness d'un chromosome, nous calculons la distance totale du tour qu’il représente. Plus le tour est court, plus son fitness est petit. Évidement l’algorithme génétique va tenter de minimiser le fitness. Pour chaque ville à l’index « i » du chromosome, nous calculons la distance qui la sépare de la prochaine ville qui se trouve à l’index « i + 1 » du chromosome. Ainsi pour l'index 0 nous obtenons la distance entre la ville à l'index 0 et la ville à l'index 1. De la même manière, pour le dernier index, nous obtenons la distance jusqu'à la ville à l'index 0. Pour éviter de devoir recalculer les distances entre les villes à chaque exécution, la matrice *distances\_matrix* est globale avec les distances en kilomètre entre chaque ville.

Une image contenant texte

Description générée automatiquement

Figure 2 Fonction de fitness

## Expliquez de quelle manière vous avez encodé la solution, donnez un exemple de chromosome.

Les chromosomes sont encodés de manière à représenter un tour. Ils sont faits de 14 gènes qui sont des chiffres de 0 à 13 qui représentent un numéro de ville. La position du gène dans le chromosome représente la position de la ville qui lui est associé dans le tour. Un chromosome ne peut pas contenir deux gènes identiques, ce qui rendrait le tour invalide du point de vue du problème du voyageur de commerce.



Figure 3 Exemple de chromosome

Le chromosome ci-dessus donne le circuit :   
0 -> 4 -> 3 -> 1 -> 2 -> 8 -> 10 -> 11 -> 13 -> 9 -> 6 -> 7 -> 12 -> 5 -> 0

## Fournissez la configuration finale du GA que vous avez utilisé pour trouver vos meilleurs résultats : taux de mutation, taux de crossover, taille de la population, type de sélection, nombre de générations. Décrivez la méthodologie employée pour obtenir de meilleurs résultats.

Configuration finale :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | Crossover rate | 0.9 | | Mutation rate | 0.01 | | Generations | 150 | | Population size | 100 | | |  |  | | --- | --- | | Crossover | G1DListCrossoverOX | | Selector | GTournamentSelector | | Minimax | Minimize | |

Dans un premier temps nous avons fixé la méthode minimax pour minimiser le fitness. C’est un invariant car nous souhaitons avoir le circuit le plus court et non le plus long.

Ensuite, de manière naïve nous sommes inspirés de l’exemple de TSP disponible sur PyEvolve et nous avons définit notre crossover en *G1DListCrossoverOX* qui permet de ne pas avoir des gènes en double. Puis aléatoirement, nous avons choisi de travailler avec une sélection par tournoi plutôt que par roulette.

À la suite de cela, nous avons défini des valeurs « aléatoires » pour le taux de crossover, le taux de mutations, le nombre de générations et la taille de la population.

A ce point ci, nous avions un état initial à partir duquel nous avons commencé une phase d’exploration.

Nous avons très aléatoirement de modifié le taux de crossover, le taux de mutations, le nombre de générations et la taille de la population. À chaque modification d’un paramètre, nous effectuions une exécution pour voir comment évoluait le résultat (individuellement et relativement à la configuration précédente). Puis au fur et mesure des itérations, nous avons obtenus une première série de paramètre qui nous plaisaient.

Finalement reste à valider la méthode de crossover et la méthode de sélection. Comme en témoigne le résultat final, nous ne les avons pas modifiés par rapport à la configuration initiale. Nous avons tenté d’autres méthodes de crossover qui donnaient des résultats similaires ou moins bon. Du coup, nous avons conservé la méthode initiale qui nous a permis d’arriver à des résultats satisfaisants. Concernant le sélecteur, nous avons tenté de passé sur une sélection par roulette mais encore une fois, les résultats obtenus ne valaient plus rien. Alors, nous sommes revenus sur la sélection par tournoi.

## Fournissez des graphiques pertinents de vos expériences et des explications.

## Conclusion

(1/2 page) + éventuelles commentaires supplémentaires (½ page)