

ESIGELEC – Projet S8

Synthèse d'un article scientifique :

An efficient Itinerary Management Scheme
for Electric Vehicles using ACO

Respect de l'environnement, réduction de la pollution et amélioration des infrastructures de transport font partie des thèmes majeurs de nos sociétés modernes, des propositions techniques se multiplient afin d'y répondre au mieux. L'implémentation de structures de l'information et de la communication dans le réseau électrique ainsi que le développement de véhicules électriques permettent de concevoir une nouvelle manière d'organiser les déplacements à l'échelle d'un territoire. Cependant, des contraintes existent dû aux technologies employées, la portée des véhicules électriques est faible et le temps de charge des batteries est conséquent.

L'article « An efficient Itinerary Management Scheme for Electric Vehicles using ACO » écrit par Deepika Hooda et Neeraj Kumar de l'université de Thapar en Inde tente de déterminer un itinéraire optimal pour un véhicule électrique selon trois axes, la distance parcourue, le coût de charge et le temps (charges et voyage) en s'appuyant sur l'algorithme des colonies de fourmis. Notre but, sera de synthétiser leur approche afin d'en ressortir les avantages et les inconvénients.

Hypothèses et contraintes

- Hypothèses :
 - o Un seul type de véhicule électrique (La méthode ne fait pas de différence entre les véhicules)
 - o Le conducteur doit se déplacer de stations en stations pour atteindre sa destination sans jamais être à cours d'énergie
 - o Il n'y a pas plus de 100 stations de recharge entre la source et la destination
- Contraintes :
 - o Le nombre de stations de recharge entre la source et la destination
 - o Le type de route (gratuite ou à péage)
 - o Le temps de trajet entre deux stations
 - o Le coût de la recharge dans les différentes stations
 - o Le type de batterie utilisée dans le véhicule électrique

Approche utilisée

Cette recherche s'appuie sur l'algorithme d'optimisation par colonies de fourmis (ACO). Les fourmis travaillent en colonie et suivent des chemins optimisés pour la collecte de ressources. Elles font de nombreux allers-retours pour aller à ces ressources et laissent des phéromones sur leur passage. L'itinéraire choisi par les fourmis dépend de la quantité de phéromones présente sur le chemin. Cet algorithme se base sur le fait que le chemin le plus rapide sera emprunté plus de fois qu'un chemin plus long et contiendra donc la plus grande quantité de phéromones. Les itinéraires les plus longs verront leur taux de phéromones diminuer, ce qui les rendra moins susceptibles d'être empruntés. Les chercheurs ont théorisé ce fonctionnement de façon mathématique. Ils ont ensuite modifié cet algorithme pour le rendre applicable à des voitures électriques. Pour le cas des véhicules électriques, la quantité de phéromones, facteur influençant le choix d'un chemin chez les fourmis, est remplacée par le coût du trajet (prix de la route + prix de la recharge dans une station).

Résultats obtenus

Grâce au raisonnement précédent, les chercheurs ont abouti à un algorithme dont les paramètres choisis en entrée sont : un nombre de stations de recharge, des routes avec péage ou non, le prix des routes payantes, le temps de trajet pour ces routes, le coût de rechargement à chaque station et le type de batterie utilisé dans le véhicule. Cet algorithme permet, grâce aux paramètres spécifiés, de calculer pour chaque nœud du trajet la probabilité de se rendre à l'un des nœuds voisins. Les nœuds avec les plus fortes probabilités sont choisis et c'est ainsi que l'itinéraire est construit.

Avantages, inconvénients et défauts

Les avantages et les inconvénients de la méthode utilisée dans cet article sont :

- Avantages :
 - Facilité d'implémentation :
L'algorithme obtenu dans l'article ne nécessite pas une mise en place complexe. Il requiert juste d'appliquer la formule de probabilité déduite de l'approche utilisée.
 - Méthode déduite d'algorithmes existants :
Le fait que l'approche utilisée soit fortement inspirée de l'ACO facilite la compréhension et la vérification des résultats obtenus.
- Inconvénients :
 - Itinéraire non dynamique :
La méthode proposée dans l'article n'est optimale que lorsque les paramètres d'entrée ont des valeurs fixes. En effet, toutes les probabilités sont calculées et l'itinéraire est décidé avant le départ de la voiture. De ce fait, aucune mise à jour du trajet n'est possible en cours de route.
 - Structure de l'algorithme inadaptée pour traiter des données volumineuses :
L'algorithme final est constitué de 2 boucles (l'une imbriquée dans l'autre) parcourant chacune un nombre N de valeurs (N représentant le nombre de stations de recharge). Si N est très grand (par exemple $N > 1000$), le temps d'exécution de cet algorithme sera relativement long car le programme effectuera N^2 calculs.
 - Itinéraire non optimal :
L'ACO est un processus relativement long qui requiert beaucoup de temps pour déterminer le chemin le plus efficient. Afin de limiter le temps de traitement, les auteurs ont modifié l'algorithme. Ils ont finalement accordé plus d'importance à la détermination du chemin le plus efficient pour se rendre d'un nœud à un nœud voisin plutôt que du départ à la destination. De ce fait, l'itinéraire obtenu n'est pas garanti comme étant optimal.

Le contenu de l'article présente quelques défauts qui sont les suivants :

- Dans les équations (3) et (5), la distinction entre la signification des variables d_{ij} et L_m n'est pas assez explicite, ce qui entrave la compréhension de l'approche.
- L'équation (4) est erronée, nous pensons que l'équation suivante est plus adaptée $w_{ij}(t+1) = (1 - \rho) \cdot w_{ij}(t) + \sum_{k=1}^m \Delta w_{ij}^k(t)$ (formule tirée de l'article « Algorithme de colonies de fourmis » publié sur Wikipedia, lien en référence).
- Il y a des fautes de frappe entravant la compréhension des résultats obtenus.
- L'exemple de trajet utilisé pour tester le résultat est trop idéaliste et ne met pas en évidence les limites de la méthode.

Conclusion

L'algorithme d'optimisation par colonie de fourmis (ACO) est une méthode pouvant apporter une solution à la problématique. En s'appuyant sur l'ACO, les auteurs de l'article ont pu concevoir un algorithme permettant de construire l'itinéraire le plus efficient entre deux stations afin que le véhicule ne tombe jamais en panne. La facilité d'implémentation et de compréhension représente des avantages non négligeables de la méthode proposée. Toutefois, des inconvénients relevés tels que le manque de dynamisme de l'itinéraire tracé, le nombre limité de calculs gérables par l'algorithme et la faible prise en compte de la durée du trajet, rendent cette solution inutilisable dans le cadre de notre projet.

Référence :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_de_colonies_de_fourmis