

Synopsis du projet transverse

Synthèse et analyse du sujet

Le sujet de ce projet transverse est la réalisation d'une application originale de l'intelligence artificielle. Pour répondre à cette exigence, nous avons cherché des idées de projets dans lesquels l'intelligence artificielle était l'élément principal, et nous sommes arrivés à un projet en rapport avec les transports. Il s'agit d'une intelligence qui devra placer le plus efficacement des lignes de transport (par exemple des lignes de métro) entre des stations données dans un plan de manière que la disposition des lignes permette aux voyageurs de se rendre à leur destination le plus rapidement possible.

Au départ, le programme proposera à l'utilisateur de placer des stations ou utilisera des emplacements prédéfinis, et des voyageurs devront être placés à différentes stations, chaque voyageur ayant une destination précise parmi les autres stations du réseau. Naturellement, certaines stations seront plus fréquentées que les autres et certaines destinations seront plus prisées que d'autres. Le temps de parcours d'une station à l'autre dépend de la distance à parcourir, mais aussi du nombre de correspondances car cela allonge le temps de trajet. Le trajet idéal est ainsi celui qui comprend le moins de correspondances, ce que l'intelligence artificielle devra prendre en compte dans le placement des lignes. Par ailleurs, le temps de trajet peut aussi être augmenté si un nombre trop important de voyageurs souhaitent prendre une ligne au même moment. En effet, la capacité et la fréquence de passage des véhicules étant limitée, des voyageurs doivent parfois attendre que plusieurs véhicules passent avant d'en trouver un dans lequel suffisamment de places sont disponibles pour qu'ils puissent embarquer.

L'utilisateur pourra choisir des contraintes que le réseau devra respecter, comme une longueur maximale de rails, un nombre limité de lignes, un nombre limité de véhicules, etc. Cela revient à des contraintes budgétaires qui pourraient exister dans la vie réelle pour concevoir un réseau de transports. Il ne s'agit pas que l'intelligence artificielle décide de créer une ligne directe entre chaque station, ce qui serait absurde dans la réalité. Évidemment, toutes les stations du réseau devront être reliées entre elles.

Le programme reposera donc sur divers algorithmes à mettre en œuvre, notamment un servant à placer les différentes lignes en fonction des contraintes et un autre évaluant l'efficacité du réseau en simulant les trajets des voyageurs pour calculer leur temps de parcours. L'application permettra de visualiser le réseau construit, et éventuellement la simulation du déplacement des voyageurs sur celui-ci. La sauvegarde des emplacements des stations afin de pouvoir des charger plus tard serait également une fonctionnalité pratique, tout comme la sauvegarde du réseau généré.

Conception du projet

La partie principale du projet est celle de l'intelligence artificielle traçant les lignes en fonction des contraintes imposées dans le but d'obtenir des temps de trajet minimaux pour les voyageurs.

Pour cela, plusieurs approches peuvent être mises en œuvre. Si nous ne pouvons pas décider quel algorithme est le meilleur, nous pourrions implémenter les différentes idées, le programme les fera fonctionner toutes et sélectionnera celle qui permet d'obtenir les meilleurs résultats.

Une idée d'approche pourrait être, pour chaque ligne, de partir de la station à laquelle la majorité des voyageurs se trouvant à une station qui n'est pas encore liée au réseau souhaitent se rendre, et de tracer la ligne vers un lieu de concentration de voyageurs. S'il y a plusieurs lieux d'où de nombreux voyageurs partent et que l'un de ceux-ci se trouve plus loin que le début de ligne déjà tracé, la ligne pourra être prolongée jusqu'à un autre lieu de forte affluence. Après cette première étape, le réseau sera constitué de « grandes lignes » liant les stations les plus prisées par les voyageurs, on aura donc la forme globale du réseau. Pour lier les autres stations, l'algorithme pourra ajouter des arrêts aux « grandes lignes » créées en y rattachant les stations qui en sont proches. Une distance entre les stations à « raser » et les lignes pourra être incrémentée au fur et à mesure, jusqu'à ce que toutes les stations soient liées au réseau, en évitant de faire trop de virages serrés.

Nous pourrions également modéliser la zone géographique voulue sur une sorte de quadrillage, possédant des valeurs propres liées à la demande des voyageurs. Ainsi nous pourrions « ronger » les quadrillages jusqu'à obtenir des zones de forte demande. Sur lesquelles nous pourrions alors placer notre ligne de métro. L'étape suivante serait de chercher les zones « d'embouteillage » sur les lignes afin de créer des correspondances dans le but de réduire le flux de voyageurs sur chaque ligne.

Ces deux idées ne sont que des ébauches et demandent à être améliorées au fur et à mesure des tests d'implémentation dans le but d'obtenir l'algorithme le plus efficace possible. Il n'est pas non plus exclu que nous trouvions de nouvelles approches que nous pourrions mettre en œuvre dans l'intelligence artificielle. De plus, nous pourrions mettre en œuvre des algorithmes d'optimisation du réseau prenant en compte les résultats de son évaluation pour appliquer des modifications et choisir la modification qui améliore le plus l'efficacité du réseau. Cela peut être répété jusqu'à ce qu'on estime qu'il devient impossible d'optimiser le réseau davantage.

En ce qui concerne l'évaluation de l'efficacité du réseau, l'approche la plus appropriée est celle du calcul de la moyenne des temps de trajet des voyageurs. L'intelligence artificielle cherchera à obtenir la moyenne la plus basse possible. Pour calculer le temps de parcours d'un voyageur, un algorithme des plus courts chemins peut être mis en œuvre, en définissant un poids pour chaque arc du réseau en fonction de sa longueur et de la vitesse des véhicules, et en ajoutant également un poids à une correspondance où le voyageur doit changer de ligne. L'algorithme d'évaluation du réseau utilisera les trajets ainsi définis pour chaque voyageur et pourra simuler leur déplacement en prenant en compte des débits maximums des lignes (en fonction des véhicules circulant dessus) afin de prendre en compte le cas à éviter pour lequel le voyageur serait dans l'incapacité à embarquer en raison d'un véhicule déjà plein (implémentation de files d'attente). La prise en compte de ces contraintes permettra finalement d'obtenir un temps de parcours réaliste pour chaque voyageur.

Feuille de route

Tâche	Priorité	Charge de travail	Date limite idéale	Membres impliqués
Définition des structures de données générales (représentant le graphe du réseau)	Elevée, première tâche à faire	Faible	5 avril	Vincent
Algorithme d'évaluation d'un réseau donné (simulation des déplacements et calcul des temps)	Elevée	Elevée	26 avril	Vincent
Intelligence artificielle construisant les lignes en fonction des contraintes	Elevée	Elevée	17 mai (prototypes à faire plus tôt)	Gaëtan, Vincent
Sauvegarde du réseau, des stations, et restauration de ceux-ci	Moyenne	Faible	26 avril	Amaury
Affichage graphique du réseau	Moyenne	Faible	26 avril	Guillaume
Interface de placement des stations et de définition des origines et destinations des voyageurs	Faible (peut être fait par le chargement de fichiers dans un premier temps)	Moyenne	17 mai	Tristan, Guillaume
Interface de choix des contraintes du réseau	Faible	Faible	17 mai	Tristan
Préparation à la soutenance		Faible	24 avril	Tous

Prototype initial

Le prototype initial devra pouvoir lire (par exemple dans un fichier) les coordonnées des stations afin de les situer sur un plan, ainsi que les origines et destinations des voyageurs. L'utilisateur devra aussi pouvoir choisir un nombre de lignes limite à placer. Avec ces données mémorisées, un premier essai d'intelligence artificielle qui place les lignes de façon à relier toutes les stations du réseau pourra être mis en œuvre. Ce premier prototype n'implémentera probablement pas l'intelligence artificielle la plus efficace, mais il faudra au moins qu'il place les lignes de manière viable, c'est-à-dire ne pas faire de tracés absurdes avec des virages qui lieraient des stations opposées du plan.

Le prototype initial pourra également procéder à une évaluation de l'efficacité du réseau en utilisant des algorithmes basiques comme celui des plus courts chemins en prenant en compte les poids des différents arcs et ceux des correspondances.