

Prédiction du temps d'arrivée de bus

Le besoin de satisfaire les passagers en fournissant des informations précises sur les heures de départ et d'arrivée des bus est l'un des principaux critères de qualité d'un transport en commun.

Dans l'objectif de rendre notre ville plus intelligente tout en bénéficiant du progrès technologique qui s'est matérialisé par le développement de nombreuses applications dédiées au transport intelligent, notamment la prévision de l'heure d'arrivée des bus grâce à l'apprentissage automatique. Ce qui inscrit ce sujet dans la thématique de cette année.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *MATHEMATIQUES (Analyse)*
- *MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées)*
- *INFORMATIQUE (Informatique pratique)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

<i>Réseau de neurones</i>	<i>Neurals Network</i>
<i>Algorithme du gradient</i>	<i>Gradient descent</i>
<i>Rétropropagation</i>	<i>Backpropagation</i>
<i>Théorie de chaos</i>	<i>Theory of chaos</i>
<i>Application logistique</i>	<i>Logistic application</i>

Bibliographie commentée

L'impérieuse nécessité d'améliorer le transport en commun et de promouvoir l'usage a contraint les entreprises du secteur à s'adapter au progrès technologique. En effet, plusieurs entreprises visent la prévision du temps de trajet de bus dans le but d'une planification efficace de ces derniers et d'une information judicieuse des citoyens.

Dans ce contexte, la présente étude porte sur le calcul de la durée du trajet de bus. Ce choix spécifique s'explique par l'existence des influences extérieures. En effet, la prévision de la durée se base sur le temps réel du départ du bus. C'est pourquoi, il est primordial de tenir compte de tous les éléments qui pourraient influencer l'heure d'arrivée ce qui implique l'utilisation de l'apprentissage automatique afin de résoudre cette problématique.

L'apprentissage automatique est un sous-domaine de l'intelligence artificielle, qui consiste à programmer une machine pour qu'elle apprenne à réaliser des tâches en étudiant des exemples de ces dernières. D'un point de vue mathématique, ces exemples sont représentés par des données que la machine utilise pour développer un modèle. Le but est de trouver les paramètres

qui donnent le meilleur modèle possible, c'est-à-dire le modèle qui s'ajuste le mieux à nos données. Pour cela, on programme dans la machine un algorithme d'optimisation qui teste les différentes valeurs jusqu'à obtenir la combinaison optimale qui minimise la distance entre le modèle et la réalité. [4]

L'apprentissage profond est un sous-domaine de l'apprentissage automatique dans lequel on développe des réseaux de neurones artificiels, inspirés du fonctionnement de neurones biologiques. Le neurone formel représente sa composante principale qui reçoit des variables d'entrées qui sont associées à des poids. Les informations ainsi recueillies sont traitées par une fonction dite d'activation ou de transfert. [1][5]

En se référant à la topologie des réseaux de neurones ; la classe dite des réseaux à propagation de l'information vers l'avant sera appliquée. Ainsi, elle se base sur les réseaux multicouches à propagation de l'information vers l'avant, comme leur nom l'indique sont organisés en couches. Chaque couche est composée de neurones dont chacune reçoit ses entrées de celles de la couche amont et renvoie ses sorties à celles de la couche suivante. Les couches entre celles d'entrée et de sortie sont appelées couches cachées. Chaque couche étant fonction de la précédente, ce qui permet de faire une prédiction à partir des données. [3][1]

S'il est une conséquence qui ressort des éléments cités précédemment, c'est bien que l'apprentissage constitue la base fondamentale des réseaux de neurones artificiels. Cet apprentissage consiste à modifier les poids synaptiques du réseau jusqu'à l'obtention des résultats désirés. Ainsi, on distingue deux grandes classes d'algorithmes d'apprentissage des réseaux de neurones : l'apprentissage supervisé et l'apprentissage non supervisé.

La phase d'apprentissage supervisée consiste à comparer la sortie estimée par le réseau avec celle désirée et mettre à jour les poids internes et le biais jusqu'à ce que l'obtention d'un résultat acceptable. De ce fait, l'algorithme de rétropropagation sera utilisé pour entraîner ce réseau et corriger les erreurs selon l'importance de la contribution de chaque élément à celles-ci. [1][3]

D'autre part, l'algorithme d'optimisation différentiable appelé algorithme de descente de gradient sera utilisé pour minimiser la fonction coût. [2][6]

Cependant, l'apparition du chaos a bouleversé ces réussites. Le chaos est un comportement de certains systèmes naturels ou artificiels qui est classé comme imprévisible et complexe. Dans le cadre de cette étude, le cas d'un système dynamique tel que l'application logistique sera traité. [1]

Notre présentation se décompose en trois parties. La première partie est consacrée à l'étude des réseaux de neurones artificiels et à la création de ces derniers. Ainsi, il sera développé les théories de bases des réseaux de neurones tels que les perceptrons multicouches et l'algorithme de rétropropagation. Quant à seconde, les caractéristiques et les particularités de notre application logistique seront traitées. Dans la dernière partie fera l'objet des séries temporelles

et des méthodes de prédictions par les réseaux de neurones, avec présentation des résultats trouvés.

Problématique retenue

Comment appliquer l'apprentissage artificiel ou Machine Learning pour calculer le temps d'arrivée de bus en tenant compte de la théorie de chaos ?

Objectifs du TIPE du candidat

1. Saisir la structure des réseaux neurones artificielles et comment ils fonctionnent.
2. Savoir comment créer un réseau neurones dans langage de programmation python.
3. Comprendre la notion de la théorie de chaos et l'application logistique.
4. Exploiter les réseaux neurones en séries temporelles et la prédiction.
5. Présenter les résultats des prédictions des trois séries temporelles générées par l'application logistique.

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] ANDRY MANANTENA KIADY MAHEFA : Création d'un perceptron multicouche et application à la prédiction des séries temporelles générées par l'application logistique : *Thèse de Master en physique et applications. Université d'Antananarivo. 2016*
- [2] MICHAEL NIELSEN : The two assumptions we need about the cost function : <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap2.html>
- [3] WIKIPÉDIA : Rétropropagation du gradient : https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9tropropagation_du_gradient
- [4] WIKIPÉDIA : Machine learning : https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning
- [5] WIKIPÉDIA : Réseau de neurones artificiels : https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_neurones_artificiels#:~:text=Un%20r%C3%A9seau%20de%20neurones%20artificiels,est%20rapproch%C3%A9%20des%20m%C3%A9thodes%20statistiques
- [6] WIKIPÉDIA : Algorithme du gradient : https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_du_gradient

DOT

- [1] : Juillet-Août 2022 : *Étude de la théorie des réseaux de neurones artificiels, et l'algorithme de perceptron multicouche et de descente de gradient*
- [2] : Octobre-Novembre 2022 : *Étude mathématique qui permet de changer les paramètres du réseau après un entraînement.*
- [3] : Janvier-Février 2023 : *Étude de la théorie de chaos et l'application logistique.*

[4] : Mars 2023 : Présentation des résultats des prédictions des séries temporelles générées par l'application logistique et les réseaux neurones artificiels.