

THÈSE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITÉ

ÉCOLE DOCTORALE N° 641

*Mathématiques et Sciences et Technologies du numérique
de l'Information et de la Communication*

Spécialité : INFO

Par

Hippolyte DUBOIS

Apprentissage automatique pour l'analyse de trajectoires spatiales

Extraction jointe de caractéristiques démographiques et comportementales

En vue de la soutenance de Thèse à Polytech Nantes, le Prévus pour le 10/03/2023

Unité de recherche : LS2N - UMR CNRS 6004

Rapporteurs avant soutenance :

Christophe Claramunt Professeur des Universités, École Navale
Jonathan Weber Maitre de conférences, Université de Haute-Alsace

Composition du Jury :

Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse

Président :	NA (à préciser après la soutenance)	
Examineurs :	Valérie Gyselink	Professeure des Universités, Université Gustave Eiffel
	Frédéric Precioso	Professeur des Universités, Université Côte d'Azur - Sophia Antipolis
	Giuseppe Valenzise	Chargé de recherche, CNRS - Centrale SupElec - Université Paris Sud
	Luce Morin	Professeure des Universités, INSA Rennes
Dir. de thèse :	Patrick Le Callet	Professeure des Universités, Nantes Université
Co-dir. de thèse :	Antoine Coutrot	Chargé de recherche, CNRS - INSA - Université de Lyon

Titre : Apprentissage automatique pour l'analyse de trajectoires spatiales : extraction conjointe de caractéristiques démographiques et comportementales

Mot clés : Apprentissage automatique, séries temporelles multivariées, traitement du signal

Résumé : La façon dont les humains se déplacent dans un environnement donné est liée à certaines de leurs caractéristiques démographiques et cliniques, comme leur âge ou leur statut cognitif. Dans cette thèse, nous avons cherché à quantifier l'interaction entre le profil des navigateurs et leur comportement spatial via trois approches complémentaires. Nous avons notamment utilisé les données issues d'un jeu vidéo de navigation spatiale - Sea Hero Quest - donnant accès aux trajectoires de millions de joueurs aux profils démographiques variés. La première approche propose une architecture de modèle à réseaux de neurones parallèles, afin de prendre en compte la nature spatio-temporelle des trajectoires. La seconde associe à chaque tra-

jectoire une entropie calculée à partir de la distribution des trajectoires, pour prendre en compte le contexte et identifier la singularité du navigateur. La troisième permet de produire un groupement joint sur d'un côté les données comportementales et de l'autre les données démographiques. Les expérimentations que nous avons menées nous ont permis de valider les résultats obtenus antérieurement avec des métriques et des méthodes d'analyse simples, mais également de les compléter, en explicitant par exemple la nature des effets de l'âge et du genre sur le comportement spatial. Ces travaux permettront aux neuroscientifiques de mieux comprendre les facteurs sous-tendant les différences individuelles en terme de sens de l'orientation.

Title: Machine learning for spatial trajectory processing: joint analysis of demographic and behavioral characteristics

Keywords: Machine learning, multivariate time-series, signal processing

Abstract: How humans move in a given environment is influenced by some of their demographics and clinical characteristics, such as their age or cognitive state. In this thesis, we tried to quantify the interaction between the navigator's demographics and their spatial behavior using three complementary approaches. We used data from a wayfinding video game - Sea Hero Quest - which gives access to the trajectories of millions of players with various demographic profiles. The first approach proposes a parallel neural network architecture that takes into account the spatio-temporal nature of the trajectories. The sec-

ond one computes an entropy metric from the distribution of all trajectories, in order to learn context and identify the singularity of the navigator. The third approach allows us to produce a joint clustering from both behavioral and demographic data. The experiments we conducted allowed us to validate the results previously obtained with simple metrics and analysis methods, but also to complete them, by clarifying for example the nature of the effects of age and gender on spatial behavior. This work will allow neuroscientists to better understand the factors underlying individual differences in terms of sense of orientation.