Modélisation sur graphe de la singularité de trajectoires contraintes

Hippolyte Dubois, Patrick Le Callet, Antoine Coutrot

▶ **To cite this version:**

Hippolyte Dubois, Patrick Le Callet, Antoine Coutrot. Modélisation sur graphe de la singularité de trajectoires contraintes. Rencontre des Jeunes Chercheur.se.s en Intelligence Artificielle, Jul 2020, Online, France. pp.31-32. hal-02995845

HAL Id: hal-02995845
https://hal.science/hal-02995845

Submitted on 17 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Présenté aux Rencontre des Jeunes Chercheur.se.s en Intelligence Artificielle (RJCIA) 2020

Modélisation sur graphe de la singularité de trajectoires contraintes

Hippolyte Dubois[1], Patrick Le Callet[1], Antoine Coutrot[1]

[1] LS2N, Université de Nantes, CNRS, F-44000 Nantes

2-3 Juillet 2020

Résumé

Le développement du traitement du signal sur graphe ces dernières années a ouvert de nouvelles perspectives pour de nombreux domaines de recherche. Cependant, lorsque les données ne sont pas explicitement définies sur un graphe, il peut être compliqué de définir un graphe permettant de représenter au mieux la structure des dites données. Dans cet article, nous nous concentrons sur le problème particulier de la conception de graphe pour l'analyse de trajectoires spatiales. Nous présentons une méthode ad-hoc issue de l'état de l'art, ainsi qu'une méthode nouvelle conçue pour les trajectoires dans des espaces non linéaires contraints, se basant sur une extraction automatique de zones d'intérêt.

Mots-clés

trajectoires, zones d'intérêt, scanpaths, traitement du signal, signal sur graphe

Abstract

The recent developments of graph signal processing opened new possibilities for many research fields. However, in some cases where the data is not originally defined on a graph, it can be challenging to define a graph that models the data domain the best. In this article, we focus on the issue of graph generation for trajectory analysis. We present an ad-hoc method from the literature, as well as a novel approach designed for trajectories defined on non-linear constrained domains, based on the automatic extraction of areas of interest.

Keywords

trajectories, areas of interest, scanpaths, signal processing, graph signal processing

1 Introduction

Pour modéliser des trajectoires spatiales, c'est à dire des séries temporelles définies dans un espace en deux dimension, comme par exemple les trajectoires de mouvements occulaires sur une image, il peut être utile d'extraire des zones d'intérêt du domaine.

Dans cet article, nous présenterons deux approches employées pour ce faire, nous montrerons leurs limitations, puis proposerons une technique améliorée qui y réponde.

2 Extraction de zones d'intérêt

2.1 Annotation sémantique

On retrouve dans la littérature des approches sémantiques à l'identification de zones d'intérêt. Pour analyser des trajectoires de mouvements occulaires sur des visages, [4] utilise un algorithme de reconnaissance d'éléments de visages, les coordonnées de ces éléments servant ensuite à constuire les zones d'intérêt. Pour analyser les trajectoires de visiteurs dans un musée, [3] propose de définir à la main, de façon savante, des éléments sémantiquement signifiants de l'espace, en y donnant une structure hiérarchique avec plusieurs niveaux de granularité. Ces approches nécessitent d'avoir une connaissance des éléments sémantiquement importants du domaine à modéliser, ce qui n'est pas toujours possible.

2.2 Annotation automatique

Pour remédier à ce problème, d'autres approches, plus automatiques celles ci, existent dans la littérature. La plupart reposent sur l'extraction de points souvent visités par les trajectoires. Par exemple, [2] propose un modèle qui permet de prendre en compte les dimensions spatiales et temporelles des données, en projettant les trajectoires dans un cube x, y, t et en extrayant de chaque polyhèdre à l'intérieur de ce cube un maximum local puis en joignant ceux trop proches.

2.3 Limitations

Jusqu'à présent, la plupart des approches proposées dans la littérature modélisent des trajectoires effectuées dans un espace euclidien sans obstacle. C'est par exemple le cas des trajectoires oculaires, ou de celles d'animaux se déplaçant en plein air. Ici nous nous attaquons au problème de trajectoires effectuées dans un espace contraints, c-a-d avec des obstacles. Ces contraintes conduisent à des trajectoires plus stéréotypées, rendant les maxima locaux de densité non informatif car visités par chacun. Pour dépasser ce problème, nous proposons de prendre en compte les comportement marginaux, contenant la singularité du signal.

3 Modèle proposé

Il convient donc de construire nos modèles en prenant en compte les comportements marginaux, les singularités du signal.

Pour donner des exemples de résultats obtenus via cette

technique, nous l'appliquont sur des données extraites du jeu de données Sea Hero Quest [1], en particulier de 15548 trajectoires prises sur le niveau 48.

3.1 Définition des noeuds

Pour ce faire, deux types de noeuds sont inclus au graphe. Les noeuds *normaux* qui représentent le signal moyen, le comportement le plus commun, et les noeuds *marginaux* qui eux représentent le signal singulier, le comportement marginal.

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{norm} \oplus \mathcal{E}_{marg} \quad (1)$$

$$\mathcal{E}_{norm} = LocalMaxPeaks(D) \quad (2)$$

$$\mathcal{E}_{marg} = LocalMaxPeaks(1 - (D > m)) \quad (3)$$

$$D_{xyt} = \frac{1}{N} \sum_{i}^{N} exp\left(\frac{-||p_i - \{x, y, t\}||^2}{2\sigma^2}\right) \quad (4)$$

Avec p un point, σ le paramètre de proximité (plus il est bas, moins les points éloignés sont tolérés), et m le seuil ou delà duquel calculer les minimums.
Les noeuds normaux sont les maximums locaux du cube de chaleur D dont chaque valeur D_{xyt} est la proximité moyenne de tous les points de toutes les trajectoire au point de coordonnée $\{x, y\}$ à l'instant t.

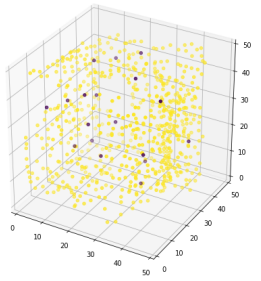


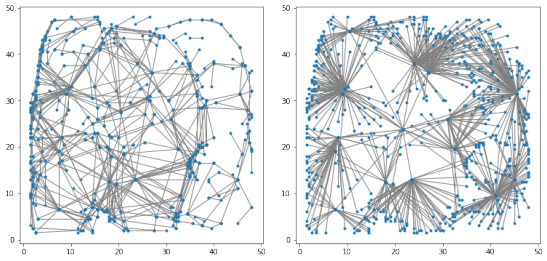
FIGURE 1 – Centres des zones d'intérêt extraites. En jaune, les points marginaux, en violet, les points normaux.

Une fois ces noeuds définis, la définition des arrêtes du graphe est importante.

3.2 Définition des arrêtes

Arrêtes *de passage* On peut définir la condition à l'existence d'une arrête entre deux noeuds à l'existence d'une trajectoire passant de la zone du premier noeud à la zone du second. Cette approche permet de modéliser les relations entre les différentes zones d'intérêt du point de vue du comportement des agents qui ont généré les trajectoires.

Structure arborescente On peut définir un graphe hiérarchique sur trois niveaux, avec en feuilles les noeuds marginaux, reliés au noeud normal le plus proche, avec un noeud racine auquel sont reliés les noeuds normaux. Cette structure est complétée par un second jeu d'arrête, qui relie entre elles les feuilles d'un même noeud. Cette structure présente l'avantage de permettre de simplifier l'implémentation d'un algorithme de convolution sur graphe.



(a) (b)

FIGURE 2 – Projections dans xy des graphes ainsi générés. (a) Graphe de passage. Seules les 15% des arrêtes les plus visitées sont affichées pour rendre le graphe plus lisible. (b) Graphe à structure arborescente. Les arrêtes interfeuilles sont cachées puisque trop nombreuses.

3.3 Apports

En permettant une meilleure couverture du domaine dans lequel les trajectoires sont définies, cette approche devrait permettre de mieux représenter la singularité des données grace aux noeuds marginaux, et la structure graphe de modéliser les dépendances spatio-temporelles propres aux trajectoires. Cette thèse devra être validée par de futures expérimentations.

Remerciements

Ce projet a été partiellement financé par le *RFI Atlantic 2020* et le *RFI Ouest Industrie Creative*, programmes de la region Pays de la Loire.

Références

[1] Antoine Coutrot, Ricardo Silva, Ed Manley, Will de Cothi, Saber Sami, Véronique D. Bohbot, Jan M. Wiener, Christoph Hölscher, Ruth C. Dalton, Michael Hornberger, and Hugo J. Spiers. Global Determinants of Navigation Ability. *Current Biology*, 28(17) :2861–2866.e4, September 2018.

[2] Gautier Drusch, J. M. Christian Bastien, and Stéfane Paris. Analysing eye-tracking data : From scanpaths and heatmaps to the dynamic visualisation of areas of interest. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, Krakow, Poland, 2014.

[3] Alexandros Kontarinis, Karine Zeitouni, Claudia Marinica, Dan Vodislav, and Dimitris Kotzinos. Towards a Semantic Indoor Trajectory Model. In *2nd International Workshop on "Big Mobility Data Analytics" (BMDA) with EDBT 2019*, Lisbon, Portugal, March 2019.

[4] Michał Król and Magdalena Ewa Król. A Novel Eye Movement Data Transformation Technique that Preserves Temporal Information : A Demonstration in a Face Processing Task. *Sensors (Basel)*, 19(10), May 2019.