

## **Supervision de comportements remarquables d'objets mobiles à partir du suivi et de l'analyse de leurs trajectoires spatio-temporelles**

Mojdeh Soltanmohammadi\*, Isabelle Mougenot\*\*, Thérèse Libourel\*\*, Christophe Fagot\*

\* {soltan-mohammadi.m, fagot.c}@intactile.com,

\*\* {therese.libourel, isabelle.mougenot}@umontpellier.fr

Dans le cadre d'une collaboration avec la société Intactile DESIGN, nous nous intéressons aux scénarios de transports maritimes (déplacements de bateaux) issus de collecte de gros flux de données acquises à partir des objets mobiles d'intérêt. Notre réflexion porte sur la modélisation, la gestion et le traitement de ces données afin de détecter des "patrons" ou des "anomalies" au sein des comportements de ces objets. La difficulté réside alors dans le niveau d'expressivité de la représentation conceptuelle et formelle de ces objets mobiles, que cela soit au regard de la problématique considérée, ou bien des aspects spatiaux et temporels. Il s'agit non seulement, d'explicitier et de conserver l'évolution spatio-temporelle des objets mais également de pouvoir enrichir ces objets en informations thématiques en fonction des besoins des analyses menées. Le premier objectif visé est de rendre explicite la connaissance qui émerge du croisement des dimensions spatiale et temporelle associées aux données, pour mieux rendre compte de la nature de trajectoire d'objet. Le deuxième objectif est de faciliter l'intégration et l'interopérabilité entre des sources de données distribuées et hétérogènes contenant des informations sur des objets mobiles et leurs trajectoires. En outre, le modèle ontologique produit devra prendre en compte les relations entre objets spatio-temporels, pour extraire des informations relatives à la détection de patrons intéressants et d'anomalies au sein des comportements de ces objets.

À partir de l'analyse de différents modèles de connaissances existants de Graaff et al. (2015); Etienne (2011); Patroumpas (2013) prenant en charge les dimensions spatiale ou/et temporelle et représentant la trajectoire d'objet mobile, nous avons dégagé plusieurs modèles d'intérêt afin de nous doter de formalismes communs pour représenter l'ensemble des modèles et de proposer un modèle représentant l'objet mobile. L'évolution d'une entité spatiale au cours du temps aboutit à un graphe de relations qui représente les états successifs de cette entité. Ce graphe peut être modélisé à l'aide de modules ontologiques qui réutilisent pour un contexte donné, les ontologies de haut niveau dédiées au temps et à l'espace. Les modèles existants nous semblent insatisfaisants et complexes en matière d'interrogation de grandes masses de données spatio-temporelles. En effet, ils considèrent plusieurs trajectoires pour chaque objet mobile tout au long de sa vie et ne possèdent pas d'opérateurs facilitant l'analyse spatio-temporelle de trajectoires à large échelle. Nous faisons le choix de proposer un modèle spatio-temporel adapté aux besoins métiers pour la représentation de la (seule) trajectoire de l'objet mobile dans le contexte de la supervision du trafic de flottes de véhicules. Notre modèle spatio-temporel est simple et générique en matière de modélisation ontologique de fonctionnalités d'analyses spatio-temporelles. Nous proposerons également des contraintes appliquées sous

un modèle de connaissance de trajectoire d'objet mobile

forme d'axiomes invocables lors des raisonnements spatio-temporels afin d'extraire des informations relatives à la détection des comportements remarquables des objets mobiles. Notre modèle ontologique est basé sur GeoSparql — extension spatiale des langages RDF et SPARQL pour faciliter la manipulation de données géographiques — pour le module spatial et OWL-Time du projet DAML — initiative associée au Web sémantique — pour le module temporel. Ce cadre de représentation unifié est en adéquation avec les objets d'intérêt et tire avantage de ces deux modèles ontologiques. Ce modèle de haut niveau autorise l'interopérabilité des données et intègre les éléments nécessaires à la prise en compte des relations spatiales, temporelles, sémantiques et de filiation entre concepts.

Ce travail a fourni un modèle de connaissances spatio-temporelles sous la forme de trois modules ontologiques : module de domaine objet mobile "spatial", "temporel" et modèle cadre "spatio-temporel". À partir de ce modèle de connaissances représentant la dynamique d'un objet possédant une seule trajectoire tout au long de sa vie, notre objectif est de récupérer d'une part les volumes de données issus relatives aux objets mobiles et effectuer, d'autre part, diverses analyses de leurs comportements à l'aide de raisonnements spatio-temporels pour répondre au problème de détection des comportements remarquables ou inhabituels.

## Références

- de Graaff, V., D. Pfoser, M. van Keulen, et A. Rolf (2015). Spatiotemporal behavior profiling : a treasure hunt case study. In *Web and Wireless Geographical Information Systems*, pp. 143–158. Springer.
- Etienne, L. (2011). Motifs spatio-temporels de trajectoires d'objets mobiles, de l'extraction à la détection de comportements inhabituels.
- Patroumpas, K. (2013). Online tracking and summarization over streaming maritime trajectories. In *MOVE Workshop on Moving Objects at Sea*.

## Summary

We propose a new generic knowledge model dedicated to the consideration of temporal and spatial dimensions of moving objects. We extend usual approaches to meet the specificity of the representation of moving objects and their trajectories. An application on shipping and boat trip scenarii is done.