

GRAPHES DYNAMIQUES POUR L'ANALYSE STRATÉGIQUE DU SPORT COLLECTIF

Ce sujet de master s'inscrit dans le cadre d'une collaboration au sein de la fédération NormaSTIC entre le laboratoire **LITIS** (équipes RI2C et STI) et le **GREYC** (équipe CODAG) sur l'application des graphes dynamiques à l'analyse des stratégies dans les sports collectifs. Ce sujet trouvera également un appui au **CETAPS**, le laboratoire Staps de Rouen.

Contexte

Depuis quelques années, des chercheurs se sont penchés sur l'analyse des stratégies dans les sports collectifs les plus pratiqués : football, basket-ball, hand-ball en particulier. Cet intérêt récent s'explique par le constat qu'une équipe correspond parfaitement aux définitions les plus utilisées pour les systèmes complexes. Cette admission est fortement liée à la notion de performance collective. La performance d'une équipe est en effet loin de se réduire à la somme des performances des individus, ce qui fait tout le succès de ces sports. Il est donc naturel d'appliquer les méthodes d'analyse des systèmes complexes aux stratégies des équipes. Dans le champ des recherches cognitives, les sports collectifs permettent d'observer l'émergence d'une intelligence collective, permettant la mise en œuvre de stratégies complexes.

En parallèle, les moyens d'observation se sont considérablement accrus ces dernières années (films, positionnement par balises GPS, capteurs divers sur les joueurs,..) permettant un accès plus facile à de nombreuses données.

Mais jusqu'à maintenant, les méthodes d'analyse étaient essentiellement issues des statistiques et de l'analyse des données. Ces méthodes (comme l'analyse de séries chronologiques) permettent de mettre en évidence certains types de comportements. Elles sont cependant surtout dévouées à l'analyse de comportements individuels (e.g. positions sur le terrain, kilomètres parcourus, ...) et prennent difficilement en compte la double dimension spatiale/temporelle nécessaire à l'analyse. Les approches focalisant sur les aspects collectifs sont rares.

Des études récentes utilisent l'approche par réseau social et construisent un réseau statique modélisant les inter-relations entre les joueurs, interactions pouvant être liées à leurs positions respectives. Elles ne capturent pas la dimension temporelle.

Objectif

L'objectif est d'explorer une nouvelle voie pour caractériser les stratégies d'équipe : les graphes dynamiques.

Un graphe dynamique peut être vu comme un graphe dont la structure, par exemple les arêtes, évolue dans le temps. On peut également y voir une succession de graphes statiques, étiquetés par des dates successives.

Ce concept est utile dans de nombreux contextes, comme la circulation des biens ou des personnes, les réseaux de communication, les réseaux sociaux (Holme 2015). On peut étudier les problèmes classiques dans ce nouveau contexte. En particulier, la recherche de motifs dans un graphe s'étend dans un graphe dynamique : le motif cherché a une composante temporelle. On peut par exemple le définir comme une succession de motifs statiques.

La question posée est celle-ci :

comment peut-on construire un graphe dynamique à partir des données de positionnement des joueurs (et de la balle) durant un match, de manière à faire apparaître des motifs caractérisant la stratégie de cette équipe ?

Cette question comporte plusieurs volets :

1. la nature du graphe à construire : quels sommets, quelles arêtes ? Doit-on attacher aux sommets, aux arêtes des caractéristiques (attributs) différents? De manière triviale on peut définir qu'un sommet est un joueur ou un ballon, ou un panier de basket-ball. Cependant, la nature de la relation attachée à une arête est plus délicate à définir, entre par exemple deux joueurs (mais aussi les relations entre les autres objets), sachant qu'ils peuvent être de la même équipe ou non, proches ou non, visibles ou non, ...
2. le type de motif à chercher : la compétence sportive est ici indispensable pour valider les motifs, qui doivent avoir une dimension relative aux graphes et une dimension spatiale.
3. volet méthodologique : comment mettre en évidence ces motifs ?
4. validation : application des résultats obtenus sur les données disponibles pour le basket-ball et le handball.

Les deux premiers volets sont liés et nécessitent de **mettre en commun des expertises sportives et de modélisation par les graphes**. On voit également qu'il est nécessaire d'enrichir les graphes, c'est à dire de considérer des **graphes dynamiques sémantiques**. Le troisième volet nécessite des compétences algorithmiques particulières de recherche de motifs.

Le **stagiaire de Master 2** recruté sera associé au travail d'un stagiaire STAPS qui amènera une expertise dans le domaine sportif, ainsi que par plusieurs stagiaires en informatique (L3). Il participera au volet 1 et 2 de construction du graphe et de caractérisation des motifs, et ensuite son travail se focalisera sur **la recherche et la validation de motifs graphiques** (volet 3 et 4). Des données issues de basket-ball et de handball sont disponibles pour pouvoir mener à bien ces travaux.

Profil attendu : Master 2 en informatique

Démarrage du stage : février/mars 2020

Durée : 6 mois

Gratification : 547€/mois

Lieu du stage : A discuter en fonction du stagiaire recruté : Caen, Le Havre ou Rouen.

Équipes de NormaSTIC impliquées dans la collaboration

Au Havre : Réseaux d'Interaction et Intelligence collective (LITIS). Cette équipe mène depuis des années des recherches sur les systèmes complexes, et anime le Réseau Normand des Systèmes Complexes. Elle a pris une part importante dans le projet régional XTERM où figure également le CETAPS. Elle travaille depuis quelques années sur les graphes dynamiques, via une thèse soutenue en 2020 (participants au projet : *Rodolphe Charrier, Eric Sanlaville*).

À Rouen : Systèmes de Transport Intelligents (LITIS). Cette équipe travaille entre autres sur les graphes sémantiques. Une thèse a été soutenue récemment sur l'utilisation des graphes sémantiques dynamiques pour la modélisation du trafic routier dans un environnement urbain (participant à l'encadrement: *Géraldine Del Mondo*). Une des principales contributions de cette thèse porte sur la

détection de motifs structurels dans des graphes dynamiques modélisant le trafic routier et son environnement.

À Caen : CODAG (GREYC) Cette équipe est entre autres spécialisée en fouille de données afin d'améliorer la chaîne de prise de décision dans un continuum allant de la compréhension des données à la décision en s'appuyant sur l'extraction de connaissances dans les données. *François Rioult* et *Albrecht Zimmermann* s'y intéressent spécifiquement à l'analyse de données sportives ou de sport électronique.

Publications

Quelques publications des équipes d'accueil de la fédération :

Mathilde Vernet, Yoann Pigné, Eric Sanlaville. Computing Persistent Connectivity Components in Dynamic Graphs, soumis à *Int J of Combinatorial Theory*.

Vernet, Mathilde, et al. "Successive Shortest Path Algorithm for Flows in Dynamic Graphs." *16th Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization*. 2018.

Philippe, J., Charrier, R., & Bertelle, C. (2018, February). Impact of nervousness propagation on crowd dynamics. In *BIFI International Conference 2018 COMPLEXITY, NETWORKS AND COLLECTIVE BEHAVIOUR*.

Kamaldeep Singh OBEROI, Modélisation Spatio-Temporelle du Trafic Routier en Milieu Urbain. thèse de doctorat, soutenue au LITIS, novembre 2019 (co-encadrement Géraldine Del Mondo).

Del Mondo, G., Rodríguez, A. M., Claramunt, C., Bravo, L. & Thibaud, R. (2013) Modeling consistency of spatio-temporal graphs. IN *Data knowl. Eng.*, 84.59–80.

Pinson, L., Del Mondo, G. & Tranouez, P. (2019) *Representation of interdependencies between urban networks by a multi-layer graph* Regensburg, Germany, Sabine Timpf, Christoph Schlieder, Markus Kattenbeck, Bernd Ludwig, and Kathleen Stewart eds.

S. Mecheri, F. Rioult, B. Mantel, F. Kauffmann, and N. Benguigui. The serve impact in tennis: First large-scale study of big hawk-eye data. *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*, pages 1-16, 2016.

F. Rioult, J.-P. Métivier, B. Helleu, N. Scelles, and C. Durand. Mining tracks of competitive video games. In *{AASRI} Conference on Sports Engineering and Computer Science (SECS 2014)*, volume 8, pages 82-87, 2014.

Zimmermann, Albrecht. "Basketball predictions in the NCAAB and NBA: Similarities and differences." *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal* 9.5 (2016): 350-364.

Sélection de publications externes

Balague, Natàlia [et al.]. Overview of complex systems in sport. In : *Journal of Systems Science and Complexity*, 2013, vol. 26, n°1, p. 4-13.

Bourbousson, Jérôme & SÈVE, Carole. Analyse de la performance collective, nouveau terrain d'expression de la théorie des systèmes dynamiques. In : Staps, 2010, vol. 4, n°90, p. 59-74.

Feuerhake, U., & Sester, M. (2013, November). Mining group movement patterns. In Proceedings of the 21st ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems (pp. 520-523). ACM.

Lusher, Dean [et al.]. The Application of Social Network Analysis to Team Sports. In : Measurement in Physical Education and Exercise Science, 2010, vol. 14, n°4, p. 211-224.

Holme, P. Modern temporal network theory: a colloquium. *The European Physical Journal B*, 2015, 88(9), 234.

Metulini, Rodolfo [et al.]. Space-Time Analysis of Movements in Basketball using Sensor Data. In : Statistics and Data Science: new challenges, new generations. Firenze University Press, 2017.

Ric, A., Torrents, C., Gonçalves, B., Sampaio, J., & Hristovski, R. (2016). Soft-assembled multilevel dynamics of tactical behaviors in soccer. *Frontiers in psychology*, 7, 1513.