

# Sujet de stage pour L3 ENS Cachan :

## Marches Aléatoires Biaisées pour le Rendez-Vous et l'Exploration par des Agents Mobiles

Encadrants : Emmanuel Godard et Arnaud Labourel

Laboratoire : Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Marseille (LIF)

La Robotique Distribuée est un domaine de l'Algorithmique Distribuée qui étudie les modèles et algorithmes permettant le contrôle de robots mobiles abstraits évoluant dans des environnements discrets ou bien continus. On s'intéressera durant ce stage à des robots mobiles évoluant dans des réseaux anonymes. Le réseau est représenté par un graphe et les robots peuvent se déplacer d'un nœud à un autre le long des arêtes du graphe. Il existe de nombreux problèmes fondamentaux à résoudre dans ce cadre, dont le problème du rendez-vous ou de l'exploration. Le problème du rendez-vous consiste à permettre à deux robots démarrant sur des nœuds différents de se retrouver sur un même nœud. Le problème de l'exploration consiste à concevoir un algorithme permettant à un ou plusieurs robot(s) mobile(s) de visiter tous les nœuds d'un graphe.

L'objectif du stage est d'étudier l'impact des méthodes locales pour biaiser une marche aléatoire dans le cadre de ces deux problèmes. Il s'agira, en s'inspirant des méthodes de biais de [1] et [3], d'étudier des marches aléatoires biaisées de robots dans des graphes. Dans une marche aléatoire classique, le robot choisit le prochain sommet visité en tirant au hasard de manière uniforme parmi les voisins du sommet courant. Le temps moyen d'exploration d'un graphe de  $n$  sommets est dans ce cas en  $O(n^3)$  et il existe des graphes pour lesquels cette borne est atteinte. Il est possible d'améliorer ce temps en biaisant la marche aléatoire en fonction d'information locale. La manière la plus connue pour réaliser cela est de fixer probabilité de tirage d'un voisin en fonction de son degré. Un exemple d'une telle marche aléatoire est appelée Metropolis [2]. La marche Metropolis améliore le temps moyen d'exploration : en  $O(n^2 \log(n))$  au lieu de  $O(n^3)$ . De plus grâce à des techniques décrites dans [2], il est possible de simuler cette marche aléatoire sans hypothèse supplémentaire sur le modèle, c'est-à-dire sans que l'on suppose par exemple que le robot puisse accéder aux degrés des voisins de son sommet courant. Néanmoins, cela nécessite que le robot ait une mémoire en  $O(\log \log(n))$  [2]. Durant ce stage, on essaiera d'étudier la possibilité de biaiser une marche aléatoire par un paramètre local autre que le degré des voisins. On pourra utiliser des simulations afin d'évaluer la pertinence des biais pour ensuite prouver de manière formelle leur efficacité.

## Références

- [1] Petra Berenbrink, Colin Cooper, and Tom Friedetzky. Random walks which prefer unvisited edges : Exploring high girth even degree expanders in linear time. *Random Struct. Algorithms*, 46(1) :36–54, 2015.
- [2] Adrian Kosowski. Faster walks in graphs : A  $\tilde{O}(n^2)$  time-space trade-off for undirected  $s$ - $t$  connectivity. In *Proceedings of the Twenty-Fourth Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, SODA '13*, pages 1873–1883. SIAM, 2013.

- [3] Adrian Kosowski. *Time and Space-Efficient Algorithms for Mobile Agents in an Anonymous Network*. Habilitation à diriger des recherches, Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, September 2013.

## Environnement Scientifique

### ANR Jeunes Chercheuses - Jeunes Chercheurs MACARON

Le projet MACARON (*Moving and Computing : Agents, Robots and Networks*) est un projet de recherche sur l'algorithmique distribuée des robots et agents mobiles.

L'objectif de ce projet est de concevoir des algorithmes efficaces pour les systèmes distribués dynamiques et géométriques. Un objectif à long terme, d'une grande importance future, consiste à décrire précisément les interactions et évolutions de robots mobiles dans des réseaux dynamiques. Plus généralement, il s'agit d'améliorer de façon importante les algorithmes et modèles de la robotique distribuée. Une telle étude implique de découvrir les relations profondes entre propriétés locales, globales et géométriques au sein de tels environnement.

Ce projet est financé par l'ANR (Agence Nationale pour la Recherche) en tant que projet de jeunes chercheurs (appel "Jeunes Chercheuses et Jeunes Chercheurs"). Il a commencé le 1er octobre 2013 et s'achèvera le 30 septembre 2017. Le projet implique tous les membres de l'équipe DALGO (Algorithmique Distribuée) du LIF (Laboratoire d'Informatique Fondamentale), à Marseille et un membre de l'équipe Combinatoire et Algorithmique du LaBRI (Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique), à Bordeaux. Pour d'autres informations, voir le [site web](#).

### Laboratoire d'Informatique Fondamentale

Le Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Marseille (LIF) est une unité mixte de recherche (UMR 7279) du CNRS et d'Aix-Marseille Université. Il est également partenaire de l'école centrale de Marseille. Au CNRS, le LIF est rattaché à l'Institut des sciences informatiques et de leurs interactions (INS2I) à titre principal et à l'Institut des Sciences Humaines et Sociales (INSHS), à titre secondaire.

Le LIF est partenaire des laboratoires d'excellence Archimède et BLRI et membre de la fédération de recherche FRIIAM (FR 3513).

Les recherches menées au LIF couvrent un spectre important des thèmes actuels de la recherche en informatique fondamentale. Si la plupart de ces recherches sont effectivement de nature fondamentale, les membres du LIF sont également soucieux des applications, les domaines applicatifs permettant à la fois de valider une approche théorique et d'être la source de nombreux problèmes intéressants. En partenariat avec le labex Archimède, le laboratoire incite également les chercheurs qui le souhaitent à s'inscrire dans une démarche de valorisation de leurs travaux.