

Axe Systèmes Complexes

Compte-rendu de la journée du 29 mai 2015

Grégory Bonnet (GREYC) et Julien Saunier (LITIS)

La journée de l'axe Systèmes Complexes qui a eu lieu à Rouen le 29 mai 2015 avait pour thématique les **systèmes multi-agents**. Cette journée a consisté en un exposé invité (Section 1), sept exposés scientifiques de membres de nos laboratoires (Section 2) et une courte discussion concernant l'organisation de la prochaine journée (Section 3).

1 Exposé invité

Nous avons reçu Javier Gil-Quijano, ingénieur de recherche au CEATECH. Il travaille de manière générale sur des problématiques de gestion de haut niveau de systèmes énergétiques. Bien que ce type de système pose de nombreuses questions d'un point de vue physique, Javier s'intéresse plus précisément à la régulation des équilibres dynamiques entre la production, la consommation et son acheminement sur le réseau. En effet, si un marché centralisé régule actuellement ce système, l'introduction des énergies renouvelables vient en perturber le fonctionnement.

L'intervention de Javier était particulièrement intéressante car elle se trouvait à la confluence de plusieurs domaines d'intérêt de la fédération : la modélisation multi-agent, le contrôle de systèmes complexes, la coopération entre entités hétérogènes et l'application au domaine des énergies renouvelables (d'autant plus importante en raison de l'incitation normande à travailler sur les énergies renouvelables).

Javier considère des modèles multi-agents somme toute traditionnels où chaque acteur et composant énergétique est représenté par un agent avec ses algorithmes de contrôle et ses préférences (maximiser un profit ou un confort, etc.) et des protocoles de coordination locaux. Les producteurs sont représentés par des fonctions d'utilités (coût de production et pénalités) et les consommateurs par des profils de consommation plus divers. Javier nous a alors présenté comment ce type de modèles pouvaient se décliner au travers du projet WinPower.

Le projet WinPower consiste à utiliser des centrales de stockage hydroliques pour lisser la production des fermes éoliennes off-shore qui appartiennent à des acteurs différents. Des prévisions de puissance avec les gestions de l'incertitude sont obtenues à partir des prévisions météorologiques. Par la suite, les agents vont former des coalitions pour produire et acheter de l'énergie ainsi que des services de stockage. Actuellement, ce travail est en cours d'extension au sein d'un projet sur les éco-quartier afin de gérer plusieurs réseaux (électricité, chaleur, etc.) simultanés.

2 Exposés scientifiques

Les exposés pouvaient se structurer en trois grandes thématiques : la détection de comportements collectifs, la conduite de systèmes collaboratifs et la vérification et validation de systèmes multi-agents.

Dans le domaine des systèmes multi-agents, il est parfois désirable d'identifier des comportements collectifs. Sur cette question générale, Thibaut Vallée (GREYC) s'intéresse à la **détection et filtrage des faux témoignages dans les systèmes de réputation** et Jean Creusefond (GREYC) s'intéresse à la **détection de communautés dans les grands graphes d'agents**. Ces travaux passent par la représentation de la communauté d'agents au sein d'un graphe d'interaction étiqueté (valeurs de confiances pour Thibaut et type de relation pour Jean). Des métriques sont ensuite définies pour capturer les caractéristiques des agents à identifier (mesures de crédibilité fondées sur une divergence de Kullback-Leiber pour Thibaut et fonctions de qualité pour Jean) et elles sont évaluées lorsqu'elles sont utilisées comme heuristiques (algorithmes de filtrage pour Thibaut et algorithmes de partitionnement pour Jean).

- ▶ **QUESTIONS SUR LES FAUX TÉMOIGNAGES** : Comment peut-on estimer le gain observé par un agent ? Que se passe-t-il si les évaluations des gains ne sont pas mesurables ? Comment positionner ces travaux vis-à-vis du système REPAGE proposée par Jordi Sabater-Mir ? L'approche proposée est une approche optimiste (confiance a priori) mais cela a-t-il du sens d'être pessimiste (méfiance a priori) ? Quelle est la complexité du processus ?
- ▶ **QUESTIONS SUR LA DÉTECTION DE COMMUNAUTÉS** : Comme lever l'hypothèse d'anonymat sur les nœuds (signifiant qu'une erreur de classement d'un nœud est aussi importante qu'une erreur sur un autre nœud) ?

La conduite de systèmes collaboratif est un domaine très large impliquant une multitudes d'applications, de modèles et de techniques spécifiques. Par exemple, il est possible de s'intéresser aux **systèmes d'aide à la recherche d'information** (Zina El Guedria – LITIS) ou aux **robots d'exploration** (Laurent Jeanpierre - GREYC). Dans le premier cas, Zina s'intéresse à un corpus fermé¹ où des agents représentent des facteurs de personnalisation des requêtes et exerce une influence sur la sélection de documents. L'influence des agents évolue au cours de la session via les retours de pertinence de l'utilisateur. Dans le second cas, Laurent considère des agents rationnels qui ont des buts (indépendants les uns des autres) et doivent se les partager pour éviter les conflits et les contraintes. Ces agents planifient avec des MMDP et des approches heuristiques dont l'idée générale est de limiter les interactions locales (répulsion des autres agents autour de leurs points d'intérêt, et partage des points d'intérêts). L'heuristique qui semble la plus efficace est de simuler les déplacements des autres agents pour les considérer comme des obstacles mobiles : un leader donné a priori calcule de manière égoïste, puis un agent suivant planifie, et ainsi de suite.

- ▶ **QUESTIONS SUR LA RECHERCHE D'INFORMATION** : Peut-on définir des préférences sur l'influence des agents ? Jusqu'à quel point la proposition n'est-elle pas spécifique au corpus étudié ? Jusqu'à quel point les mots-clés peuvent-ils être extraits du corpus ?
- ▶ **QUESTIONS SUR LES ROBOTS D'EXPLORATION** : Cela a-t-il du sens que le leader considère les actions coopératives comme se résolvant seul pour inciter les autres agents à venir l'aider ? Y-a-t-il eu des comparaisons avec des approches réactives (par champs de potentiels par exemple) ?

Tout un ensemble de travaux se penchent sur la **vérification formelle de systèmes multi-agents** et en particulier la **vérification de propriétés émergentes** (Bruno Mermet, Gaële Simon et Henri Merciol – GREYC). En effet, les méthodes de preuves comme B permettent de passer de la spécification au code tout en respectant des preuves d'invariance, des preuves de raffinement et des preuves de vivacité. Cependant, l'introduction d'agents autonomes, au sens où les agents ont des buts et n'ont pas particulièrement de compte à rendre aux autres agents qui ne savent pas nécessairement comment sont codés les premiers, vient poser de nouveaux problèmes. Cela est d'autant plus vrai

¹Un corpus de droit international du transport comportant environ 40000 documents (jurisprudences, articles, réglementations).

lorsqu'une collectivité d'agents est capable d'atteindre un but ou satisfaire des propriétés sans que cela soit codé explicitement dans chaque agent, ni le fait qu'un agent isolé. Bruno, Gaële et Henri développent le modèle GDT4MAS et toute une série d'outils pour automatiser des preuves sur les SMA. En particulier, Henri se fonde sur la construction d'un variant (dépendant du phénomène que l'on veut prouver) et il lui suffit ensuite de vérifier qu'aucun agent n'augmente le variant et qu'il existe au moins un agent qui agit souvent et le fait baisser.

- **QUESTIONS SUR LES PREUVES D'ÉMERGENCE** : Comment représenter explicitement la notion de renforcement et comment prouver d'un comportement ou son déclenchement se renforce ?

En relation avec la question de la vérification, se pose celle de la validation. Dans le contexte des simulateurs de trafic routier, une solution consiste à **évaluer la qualité des comportements par analyse conjointe de traces et d'annotation** (Kévin Darty et Julien Saunier – LITIS). Ces travaux proposent une méthode générique qui consiste à enregistrer les traces d'un participant humain puis d'un agent plongé dans la même situation initiale. Des annotateurs humains vont ensuite annoter les traces. En classifiant ensuite les traces et les annotations pour extraire des comportements, il est possible d'obtenir les ensembles de comportements humains qui ne sont pas simulés par les agents et inversement.

- **QUESTIONS SUR LA CALIBRATION DE COMPORTEMENTS** : Pourquoi ne pas intégrer explicitement des opérateurs génétiques dans le processus de calibration automatique qui ressemble fortement à un algorithme génétique ? Peut-on intégrer les résultats de l'analyse dans les agents pour leur permettre de décider (en fonction des comportements actifs observés) quel jeu de paramètres utiliser ?

3 Prochaine journée

La prochaine journée de l'axe Systèmes Complexes aura sûrement lieu vers les mois d'octobre ou novembre 2015. Il a été proposé d'organiser cette journée autour de deux axes thématiques du GREYC et du LITIS-Havre d'une demi-journée chacune.

La première thématique envisagée est celle des **automates cellulaires** vus d'un point de vue applicatif. Une première discussion informelle avec Véronique Terrier et Gaëtan Richard de l'équipe AAMAC (GREYC) qui traite de cette thématique laisse penser que l'idée les intéresse. La seconde thématique envisagée serait celle des **véhicules intelligents** tant d'un point de vue contrôle individuel que systèmes de transport collectif. De ce côté-ci les discussions sont à initier.