

Modélisation des Interactions Stratégiques dans les Systèmes Multi-Agents

Proposition de Stage de Master

Francesco Belardinelli & Catalin Dima

1 Résumé de la Proposition de Stage

Cette proposition de stage est centrée autour des logiques des stratégies pour la spécification et la vérification des Systèmes Multi-Agents (SMA). Le stage sera dirigé conjointement par Francesco Belardinelli (maître de conférences, laboratoire IBISC, UEVE) et Catalin Dima (professeur, laboratoire LACL, UPEC).

Les principaux objectifs scientifiques du stage sont les suivants :

1. Explorer différentes notions de (bi)simulation (alternante) dans le contexte des *Concurrent Game Structures* (CGS).
2. Utiliser les résultats achévés au point (1) pour attaquer le problème de la satisfiabilité des formules de l'*Alternating-time Temporal Logic* (ATL) dans les CGS avec information imparfaite et memoire parfaite.

Le/la candidat/e au stage devra avoir des connaissances préalables des logiques mathématiques. Des competences dans le domaine des logiques temporelles seront également appréciées. Il/elle devra contribuer au point (1) ci-dessus, et attaquer le point (2).

2 Contexte de la Proposition de Stage

Les langages formels pour représenter et raisonner sur les comportements stratégiques sont un sujet d'investigation en pleine expansion dans le domaine de l'Intelligence Artificielle et des Systèmes Multi-Agents. Récemment, de nombreuses logiques multi-modales ont été introduites, qui permettent de formaliser des capacités et des comportements stratégiques complexes des agents individuels et des groupes [2, 5, 10].

Pourtant, dans les contextes stratégiques, il y a un certain nombre de questions subtiles concernant l'interaction de notions telles que information parfaite/imparfaite, mémoire parfaite/stratégies positionnelles, qui ont été traitées dans la littérature seulement de façon partielle [7, 9] et sont actuellement objet d'une recherche intense [4, 3]. Les résultats dans cette direction ont un intérêt théorique évident, car ils contribuent à combler la distance entre l'analyse des systèmes réactifs et la Théorie des Jeux. Mais ils ont aussi une valeur pratique à travers l'extension des techniques et des outils de *model checking* à la vérification des structures des jeux [1, 8].

3 Objectifs et Caractère Novateur du Stage

Cette proposition de stage est focalisée sur le rôle joué par l'information (imparfaite) et la mémoire (parfaite) dans les CGS.

Les principaux objectifs scientifiques peuvent être résumés comme il suit.

1. Explorer différentes notions de (bi)simulation adaptées aux CGS.

Les CGS sont parmi les modèles mathématiques les plus utilisés pour représenter formellement les interactions dans la Théorie des Jeux, la Théorie du Choix Rationnel, etc.

Les relations de (bi)simulation sont utiles pour spécifier quand deux systèmes sont équivalents *modulo* la satisfaction des formules dans une logique de stratégies donnée.

On envisage d'analyser plusieurs logiques, notamment l'*Alternating Temporal Logic* et *Strategy Logic*.

2. Attaquer le problème de la satisfiabilité des formules d'ATL dans les CGS avec information imparfaite et mémoire parfaite.

Il est connu que le problème du *model checking* dans ce contexte est indécidable [6], donc on envisage que le problème de la satisfiabilité le soit aussi, mais pour l'instant il n'existe pas de preuve formelle dans la littérature.

A ce fin, les résultats au point (1) seront utiles pour évaluer le pouvoir expressif des différentes logiques des stratégies.

Le sujet de stage pourra éventuellement aboutir à une thèse de recherche.

Références

- [1] T. Ågotnes, P. Harrenstein, W. v. d. Hoek, and M. Wooldridge. Verifiable equilibria in boolean games. In F. Rossi, editor, *IJCAI. IJCAI/AAAI*, 2013.
- [2] R. Alur, T. A. Henzinger, and O. Kupferman. Alternating-time temporal logic. *Journal of the ACM*, 49(5) :672–713, 2002.
- [3] N. Bulling, J. Dix, and W. Jamroga. Model checking logics of strategic ability : Complexity*. In *Specification and Verification of Multi-agent Systems*, pages 125–159. Springer US, 2010.
- [4] N. Bulling and W. Jamroga. Comparing variants of strategic ability. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 28(3) :474–518, 2014.
- [5] K. Chatterjee, T. A. Henzinger, and N. Piterman. Strategy logic. *Inf. Comput.*, 208(6) :677–693, 2010.
- [6] C. Dima and F. L. Tiplea. Model-checking ATL under imperfect information and perfect recall semantics is undecidable. *CoRR*, abs/1102.4225, 2011.
- [7] R. Fagin, J. Y. Halpern, Y. Moses, and M. Y. Vardi. *Reasoning about Knowledge*. MIT Press, Cambridge, 1995.
- [8] D. Fischer, E. Grädel, and L. Kaiser. Model Checking Games for the Quantitative μ -Calculus. *Theory Comput. Syst.*, 47(3) :696–719, 2010.
- [9] V. Goranko and W. Jamroga. Comparing semantics of logics for multi-agent systems. *Synthese*, 139(2) :241–280, 2004.
- [10] W. Jamroga and W. van der Hoek. Agents that know how to play. *Fundamenta Informaticae*, 62 :1–35, 2004.