

RÉSOLUBILITÉ DANS LE MODÈLE HEARD-OF

Encadrant. Bernadette Charron-Bost, Directrice de Recherche au CNRS
charron@lix.polytechnique.fr

Lieu. Le stage se déroulera principalement au Laboratoire d'Informatique de l'École polytechnique, LIX. Plusieurs séjours dans l'équipe Veridis (Inria Nancy & LORIA) sont aussi projetés, notamment dans le cadre des travaux autour de la formalisation et des preuves dans Isabelle/HOL, décrits plus loin.

Contexte. Dans le modèle original *Heard-Of* [3], les agents ont *a priori* accès à la valeur courante du round. Cela leur permet de se synchroniser facilement et de démarrer un calcul tous dans le même round (autrement dit, simultanément). La définition de résolubilité dans le modèle *Heard-Of* – comme dans tous les modèles à rounds synchronisés – se situe, de fait, dans le cadre de départs synchrones.

Les résultats récents de [2], concernant le problème du *Firing Squad*, ne valident cette hypothèse que dans le cas d'une topologie continument fortement connexe. Plus précisément, ils montrent qu'il est possible de synchroniser les agents d'un réseau si et seulement si leur graphe de communication est fortement connexe en permanence, c'est à dire à chaque round.

De fait, les résultats de calculabilité dépendent fortement de cette hypothèse de départs synchrones, comme le prouvent, par exemple, ceux pour le consensus à décisions irrévocables : la caractérisation des graphes dynamiques pour lesquels ce problème est résoluble, donnée par Coulouma et Godard dans [4], n'est valable que sous l'hypothèse que les agents sont parfaitement synchronisés au départ.

Objectifs pour le stage. Dans un premier temps, il s'agira d'étendre la notion d'algorithme dans le modèle *Heard-Of* en s'abstrayant de l'hypothèse que les agents connaissent le numéro du round courant, puis de raffiner la définition de résolubilité dans ce modèle. On disposera alors d'une notion faible de résolubilité qui suppose que les agents démarrent l'algorithme au même round et d'une notion plus forte qui requiert de tolérer des départs asynchrones.

Ces nouvelles définitions conduiront alors à reprendre la traduction du modèle *Heard-Of* en *Isabelle/HOL* [5] et aussi à revoir les preuves formelles des algorithmes dans ce cadre plus général avec départs asynchrones. En particulier, pour le consensus à décisions irrévocables, il faudra reprendre les algorithmes existants [3] et leur preuves formelles [1] afin d'étudier si ceux-ci tolèrent ou non des départs asynchrones.

Il serait aussi intéressant d'étudier comment les résultats d'impossibilité établis pour les modèles en rounds synchronisés et, plus particulièrement ceux de Santoro et Widmayer [6] pour le consensus à décisions irrévocables, sont affectés par ces modifications.

La dernière partie de ce stage pourra être consacrée à la caractérisation des prédicats de communication (ou classe des graphes dynamiques) pour lesquels différents problèmes de consensus sont résolubles. En particulier, seule une caractérisation "approchée" est donnée dans [3] pour le consensus à décisions irrévocables et la notion de résolubilité faible. L'objectif serait d'obtenir une caractérisation parfaite des prédicats de communication pour lesquels ce problème est résoluble grâce à la notion de résolubilité forte avec départs asynchrones. On pourrait ensuite étendre ces résultats à d'autres formes de consensus (e.g., le consensus asymptotique).

REFERENCES

- [1] Bernadette Charron-Bost and Stephan Merz. Formal verification of a Consensus algorithm in the Heard-Of model. *Int. J. Software and Informatics*, 3(2-3):273–303, 2009.
- [2] Bernadette Charron-Bost and Shlomo Moran. The Firing Squad Problem Revisited. In *35th Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS 2018)*, volume 96 of *Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs)*, pages 20:1–20:14, 2018.
- [3] Bernadette Charron-Bost and André Schiper. The Heard-Of model: computing in distributed systems with benign faults. *Distributed Computing*, 22(1):49–71, 2009.
- [4] Étienne Coulouma and Emmanuel Godard. A characterization of dynamic networks where consensus is solvable. In *SIROCCO*, pages 24–35. Springer, 2013.
- [5] Tobias Nipkow, Lawrence Paulson, and Markus Wenzel. *Isabelle/HOL. A Proof Assistant for Higher-Order Logic*, volume 2283 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer, 2002.
- [6] N. Santoro and P. Widmayer. Time is not a healer. In *Proceedings of the 6th Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science*, pages 304–313, Paderborn, Germany, 1989.