

Algorithmes d'Élection Classique vs Quantique

Encadrant: Emmanuel Godard (prenom.nom@lis-lab.fr)

Laboratoire: LIS – équipe DALGO

Contexte

Le problème de l'Élection est un problème fondamental d'algorithmique distribuée. Dans un système distribué (avec identifiants uniques ou anonymes), le problème de l'Élection consiste à désigner un unique processeur comme 'Élu'. Il s'agit d'une étape préalable à la plupart des problèmes de systèmes distribués, qui permet de coordonner ponctuellement l'ensemble des processus.

C'est un problème qui est bien connu dans le domaine classique[San07], y compris pour les systèmes anonymes et pseudonymes [CGM12]. Dans le cadre de l'informatique quantique, les systèmes distribués ne sont pas encore déployés mais l'algorithmique distribuée quantique est d'ors et déjà un sujet d'étude. Des premières études ont été réalisées sur l'élection quantique, notamment[TKM12].

Sujet

Si les algorithmes quantiques peuvent fonctionner là où certains algorithmes classiques ne fonctionnent pas, il reste cependant à déterminer si l'utilisation de méthodes quantiques apportent des améliorations, et lesquelles, dans toutes les situations.

Dans le cadre des systèmes pseudonymes ou anonymes, on doit prendre en compte les informations structurelles qu'utilisent les algorithmes, comme la taille du système dans[TKM12]. Il est connu dans le cas classique que les algorithmes probabilistes bénéficient également de la connaissance de la taille pour résoudre le problème de l'Élection.

L'objectif du stage est de comparer, à partir notamment de la littérature existante, la puissance de calcul pour le problème de l'élection des algorithmes quantiques et des algorithmes classiques, en particulier probabilistes. Une étude des connaissances et informations structurelles dans ce cadre sera notamment nécessaire. La première famille de réseaux considérée sera les anneaux anonymes.

Conditions

Stage de 2 mois rémunéré du 5 mai au 4 juillet. Extension d'un mois possible pendant le mois de juillet. Le/la stagiaire sera hébergé.e au sein de l'équipe DALGO du LIS.

References

- [Aar16] Scott Aaronson. The complexity of quantum states and transformations: From quantum money to black holes. (arXiv:1607.05256), July 2016. arXiv:1607.05256 [gr-qc, physics:quant-ph].

- [CGM12] Jérémie Chalopin, Emmanuel Godard, and Yves Métivier. Election in partially anonymous networks with arbitrary knowledge in message passing systems. *Distributed Comput.*, 25(4):297–311, 2012.
- [RZM24] Chandrashekar Radhakrishnan, Yuhang Zheng, and Olivier Marin. Pushing boundaries: Quantum-enhanced leader election and the limits of consensus. (arXiv:2411.04629), November 2024. arXiv:2411.04629.
- [San07] Nicola Santoro. *Design and analysis of distributed algorithms*. Wiley series on parallel and distributed computing. Wiley, 2007.
- [TKM12] Seiichiro Tani, Hirotada Kobayashi, and Keiji Matsumoto. Exact quantum algorithms for the leader election problem. *ACM Trans. Comput. Theory*, 4(1):1:1–1:24, 2012.
- [ZY13] Rui-Rui Zhou and Li Yang. Distributed quantum election scheme. (arXiv:1304.0555), June 2013. arXiv:1304.0555.

Scientific Environment

Laboratoire d’Informatique et Systèmes

The Laboratoire d’Informatique et Systèmes (LIS) is a joint research unit of CNRS – Université Aix-Marseille UM7020. LIS has about 190 tenure researchers and professors, about 125 doctoral students and 40 post-docs and 20 technical staff.

LIS is made of four thematic departments. The DALGO team belongs to

"Computing" department theoretical computer science, logic, algorithmic and complexity, quantum computing, geometry and topology, artificial intelligence

Overall, the themes of research of these teams cover a significant part of modern computer science. The members of this department share the same demanding approach to research, be it theoretical or more application-oriented: they aim at producing results that may actually contribute to computer science, viewed as a whole scientific field on its own.

DALGO Team

The Distributed Algorithms (DALGO) team is part of the CNRS laboratory LIS. It is located on the Luminy Campus, south of Marseille. The DALGO team is concerned with the study of distributed and decentralized systems with a focus on the algorithmic aspects. In particular we are interested in the computational power of various models for distributed computing and the communication complexity of distributed solutions to fundamental problems in these models. Members of our team work on the following themes of research:

- Design and Analysis of Distributed Algorithms
- Distributed Computing with Mobile Agents or Mobile Robots
- Dynamic Network Models
- Embedded Systems and Synchronous Programming Languages

The team head is *Arnaud Labourel*.

See website at <https://dalgo-team.pages.lis-lab.fr/website/>