

Cartes auto-organisatrices : décentralisation et tolérance aux fautes

Proposé par : Bernard Girau

Informations générales

Encadrants	Bernard Girau et Jérémy Fix		
Adresse	LORIA, Campus Scientifique - BP 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy		
Téléphone	03 83 59 20 58		
Emails	bernard.girau@loria.fr	jeremy.fix@centralesupelec.fr	
Bureau	C 042	C044	

Motivations

Notre groupe de recherche s'intéresse aux propriétés qui peuvent émerger de modèles de calculs bio-inspirés de nature neuronale et cellulaire. Une des propriétés qui retient notre attention est la robustesse de calcul inhérente à ces modèles.

La quête pour des systèmes de calcul toujours plus performants se confronte désormais à des contraintes physiques. Au-delà de l'énergie, le nombre croissant de défauts dans les substrats physiques devient une autre contrainte majeure qui affecte la conception de supports et de systèmes de calcul. L'enjeu est désormais de trouver des solutions de calcul non seulement très performantes et efficaces énergétiquement, mais aussi tolérantes aux fautes matérielles.

Les réseaux de neurones sont considérés comme la source d'un paradigme prometteur pour calculer de manière tolérante aux fautes matérielles. La forme du calcul neuronal et l'architecture distribuée des modèles neuronaux sont vues comme la principale source de leur tolérance intrinsèque aux pannes ou aux erreurs, mais des études plus générales et complètes sont requises, dans la mesure où la tolérance aux fautes matérielles des réseaux neuronaux dépend de multiples facteurs, comme le modèle de faute, la topologie et la taille du réseau, ainsi que la méthode d'apprentissage.

Sujet

Des travaux préalables menés dans notre équipe se sont attachés à étudier l'influence des mécanismes d'auto-organisation sur l'évolution de la tolérance naturelle aux fautes matérielles des réseaux de neurones. Pour cela, nous nous sommes concentrés sur les modèles de cartes auto-organisatrices, et sur l'étude des performances de tels réseaux en présence de taux importants de fautes tout au long de l'apprentissage. Les cartes auto-organisatrices contiennent des neurones organisés dans des structures le plus souvent bi-dimensionnelles. L'apprentissage par auto-organisation leur permet de projeter des motifs de dimension arbitraire sur la structure neuronale.

L'objectif de ce sujet est de poursuivre les travaux initiés, en évaluant cette fois comment des mécanismes naturellement décentralisés et répartis peuvent permettre d'améliorer encore la tolérance aux fautes naturelle des modèles neuronaux. Les modèles qui seront privilégiés dans cette étude sont les champs neuronaux dynamiques. Ces modèles engendrent une compétition entre des neurones organisés en cartes, au moyen d'interactions locales excitatrices et inhibitrices.

Après une étape de familiarisation avec la problématique de la tolérance aux fautes matérielles et avec les modèles neuronaux visés, le travail qui sera réalisé se décomposera en deux phases.

1. étude de la tolérance aux fautes des champs neuronaux dynamiques : différents critères devront être envisagés, une étude expérimentale établira l'évolution de ces critères au fur et à mesure de l'introduction de fautes matérielles,
2. étude de l'apport de mécanismes décentralisés de sélection du neurone vainqueur dans les cartes auto-organisatrices : la compétition émergente des champs neuronaux dynamiques peut être utilisée pour piloter les cartes auto-organisatrices d'une manière décentralisée ; sur la base des études déjà réalisées sur la tolérance aux fautes des cartes auto-organisatrices, le but sera d'évaluer comment cette propriété évolue lorsque tout calcul centralisé est évité.

Cadre du travail

Ce travail nécessite une connaissance de la conception logicielle et des notions de calcul neuronal bio-inspiré. Il s'appuiera sur des logiciels existants permettant à la fois la simulation de champs neuronaux dynamiques ou la simulation de fautes matérielles dans les cartes auto-organisatrices.

Références

- [1] T. Kohonen. The self-organizing map. *Neurocomputing*, 21(1-3), 1998.
- [2] B. Girau and C. Torres-Huitzil. Optimal weight storage improves fault tolerance of SOMs. In *International Joint Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs*, 2017.