

(MSc-PhD) Circuits neuromorphiques et IA : étude de réseaux de memristors pour l'implémentation du calcul bio-inspiré

Numéro de la fiche : OPR-515

Sommaire

DIRECTRICE/DIRECTEUR DE RECHERCHE

Dominique Drouin, Professeur -
Département de génie électrique et de
génie informatique

Renseignements

dominique.drouin@usherbrooke.ca

UNITÉ(S) ADMINISTRATIVE(S)

Faculté de génie
Département de génie électrique et de
génie informatique
Institut interdisciplinaire d'innovation
technologique (3IT)

CYCLE(S)

2e cycle
3e cycle

LIEU(X)

3IT - Institut interdisciplinaire d'innovation
technologique

Description du projet

Contexte : L'intelligence artificielle (IA) basée sur les réseaux de neurones artificiels (RNA) de 2nd génération est devenue omniprésente grâce à la puissance de calcul toujours croissante, à la disponibilité des jeux de données et aux percées dans les méthodes d'apprentissage. Cependant, l'exécution de tels algorithmes reposant massivement sur des multiplications vecteur-matrice (MVM) par les matériels de calcul séquentiels de type von Neumann pose des problèmes importants de performance et de consommation d'énergie. Le calcul nuagique gourmand en énergie est donc obligatoire, ce qui représente un obstacle au développement de l'IA à faible consommation. Dans ce contexte, l'électronique neuromorphique mettant en œuvre de façon native le calcul bio-inspiré est considéré comme l'un des moyens les plus prometteurs d'améliorer les performances et l'efficacité énergétique de l'IA. Cet intérêt est alimenté par les réseaux de neurones à décharge (RND), où l'encodage, la communication et le traitement des données sont effectués à l'aide de spikes binaires. Des performances de pointe peuvent être obtenues grâce à un apprentissage non-supervisé dans le cas de données spatio-temporelles. En outre, le traitement évènementiel de l'information autorise une consommation dans la gamme des réseaux de neurones biologiques (< 1 pJ/spike). Notre groupe de recherche au 3IT travaille actuellement au développement de telles circuits neuromorphiques intégrés sur silicium, dont les synapses artificielles sont basées sur des réseaux crossbar de mémoires résistives (memristors). Ces dernières sont des composants passifs métal-isolant-métal dont la résistance (= poids synaptique) peut être modifiée de manière non-volatile et réversible via l'application d'un courant. Nous proposons un projet de recherche centré sur l'implémentation de réseaux de neurones à décharge sur silicium, impliquant la micro-nanofabrication de réseaux de memristors, leur caractérisation électrique et le développement de méthodes de calcul bio-inspiré tirant partie des propriétés uniques des memristors. Ce projet peut être commencé en Maitrise et poursuivi en Doctorat, ou commencé directement en Doctorat.

Sujet : Ce projet de recherche s'inscrit dans un large programme de recherche en ingénierie neuromorphique, mené par le Pr. Dominique Drouin au 3IT en collaboration avec de nombreux partenaires académiques incluant notamment l'Université de Toronto et Aix-Marseille Université (AMU, France). En s'appuyant sur les expertises et procédés de fabrication du 3IT, la personne étudiante aura pour tâche de (i) réaliser une revue de la littérature scientifique afin d'établir l'état de l'art en lien avec le projet de recherche (ii) effectuer le procédé complet de micro-nanofabrication sur silicium de réseaux crossbar de memristors en salle blanche; (iii) analyser les performances et le comportement synaptique des memristors via des caractérisations électriques DC et pulsées. Ce travail sera effectué à l'aide d'une station

sous pointes et de PCB neuromorphiques développés par notre groupe; (iv) développer des méthodes d'apprentissage non-supervisé et de calcul à base de spikes sur des crossbars connectés à l'un de nos PCB neuromorphiques. Des tâches simples de reconnaissance et classification de motifs seront finalement démontrées.

Encadrement & environnement de travail : Ce projet sera réalisé sous la co-supervision des Pr. Dominique Drouin, Pr. Serge Ecoffey et Pr. Yann Beilliard. Des interactions régulières auront lieu avec nos collaborateurs en France (IEMN, AMU) et à UoToronto. Notre groupe de recherche est composé d'une vingtaine d'étudiants travaillant en équipe sur la nanofabrication de memristors sur silicium, leur caractérisation complète et l'implémentation matérielle de réseaux de neurones artificiels. La maîtrise sera effectuée principalement à l'Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique (3IT) de l'UdeS, qui est un institut unique au Canada dédié à la recherche et au développement de technologies innovantes dans les domaines de l'énergie, l'électronique, la robotique et la santé. La personne candidate bénéficiera ainsi d'un environnement de recherche international exceptionnel où étudiants, ingénieurs, professeurs et industriels travaillent main dans la main pour développer les technologies du futur.

Profil recherché :

- Cours universitaire en génie électrique ou génie informatique
- Forte capacité d'adaptation, de prise d'initiative et de travail en équipe
- Goût prononcé pour la programmation, la nanofabrication en salle blanche et la caractérisation de dispositifs
- Atouts : Compétences en micro-nanotechnologies, réseaux de neurones artificiels, caractérisations électriques, programmation (Python, C++, Arduino, LabVIEW)

Informations pratiques :

- Date de début souhaité : dès que possible
- Faire parvenir CV, lettre de motivation et relevés de notes des 2 dernières années à yann.beilliard@usherbrooke.ca

Discipline(s) par secteur

Financement offert

Sciences naturelles et génie

Oui

Génie électrique et génie électronique

La dernière mise à jour a été faite le 24 novembre 2020. L'Université se réserve le droit de modifier ses projets sans préavis.