



ID de Contribution: 420

Type: Contribution orale

Accélération des simulations d'oscillateurs spintroniques à l'aide d'une approche non-conventionnelle guidée par les données

jeudi 6 juillet 2023 08:30 (20 minutes)

Le calcul neuromorphique est un champ récent de l'intelligence artificielle visant à diminuer la consommation énergétique des tâches cognitives résolues en s'inspirant de l'architecture du cerveau humain. Dans ce contexte, les nano-oscillateurs à transfert de spin ont récemment fait l'objet d'une grande attention, notamment en raison de leur utilisation potentielle en tant que neurones matériels au sein de réseaux de neurones artificiels [1]. À cet égard, des simulations micromagnétiques ou des modèles analytiques sont généralement utilisés pour les étudier théoriquement. Cependant, aucune de ces méthodes n'est à la fois rapide et précise, ce qui limite leur pertinence pour des études théoriques de grande ampleur, notamment le calcul neuromorphique.

Ici, un modèle analytique a été développé sur base de l'équation de Thiele [2]. Une bonne concordance est obtenue en régime résonant. Cependant, le modèle purement théorique reste uniquement qualitatif pour les oscillations en régime permanent. En outre, il n'est pas possible de trouver des expressions mathématiques appropriées pour décrire la dynamique de ces oscillateurs [3].

Pour surmonter cette limitation, une approche guidée par les données a été développée [4] sur base de notre modèle analytique mis à jour [2]. En effet, en utilisant un nombre limité de simulations, nous avons pu rendre notre modèle quantitatif en ajustant certains des termes qui le composent. Comme les divergences avec le micromagnétisme sont dès lors absorbées, notre modèle semi-analytique est capable de prédire le régime d'oscillations entretenues avec la même précision que les simulations. En outre, le régime transitoire est également calculé fidèlement, ce qui permet de résoudre la plage entière de dynamique des oscillateurs.

Cette nouvelle méthode est plus de deux milliards de fois plus rapide que les simulations micromagnétiques, pour une précision équivalente. Ce facteur d'accélération a ouvert la voie à des campagnes de simulations de grande ampleur, dans le cadre de la spintronique neuromorphique. Comme preuve de concept, des tâches cognitives complexes (e.g. reconnaissance d'images et de sons) ont été résolues dans le cadre du calcul « par réservoir », avec des résultats surpassant l'état de l'art du domaine [5].

[1] J. Torrejon, M. Riou, F. Abreu Araujo, et al., Nature 547 (2017) 7664.

[2] F. Abreu Araujo, C. Chopin, and S. de Wergifosse, Sci. Rep. 12 (2022) 10605.

[3] S. de Wergifosse, C. Chopin, and F. Abreu Araujo, arXiv preprint (2022) 2206.13438.

[4] F. Abreu Araujo, C. Chopin, and S. de Wergifosse, arXiv preprint (2022) 2206.13596.

[5] A. Moureaux, S. de Wergifosse, C. Chopin, Jimmy Weber, and F. Abreu Araujo, arXiv preprint (2023) 2301.11025.

Affiliation de l'auteur principal

UCLouvain

Auteur principal: DE WERGIFOSSE, Simon (UCLouvain)

Co-auteurs: Dr CHOPIN, Chloé (UCLouvain); M. MOUREAUX, Anatole (UCLouvain); Prof. ABREU ARAUJO, Flavio (UCLouvain)

Orateur: DE WERGIFOSSE, Simon (UCLouvain)

Classification de Session: Mini-colloques: MC10 Physique et intelligence artificielle

Classification de thématique: MC10 Physique et intelligence artificielle