

Sujet de thèse pour septembre 2022

Titre :  tude prospective de réponses optiques non-linéaires en vue d'applications aux réseaux de neurones artificiels.

Affiliations : Univ Angers, LPhiA, SFR MATRIX, F-49000 Angers, France
ESAIP, 18, rue du 8 mai 1945 - CS 80022 - 49180 St-Barthélemy d'Anjou, France

Directeur de thèse : Georges Boudebs georges.boudebs@univ-angers.fr 0241735426
Co-encadrants : Christophe Cassagne christophe.cassagne@univ-angers.fr 0241735419
Mihaela Chis mboudebs@esaip.org 0241966521

Financements acquis : ESAIP 50% ; Université 50%

Dans une approche exploratoire, nous nous intéresserons au calcul optique pour les applications d'intelligence artificielle. Les tâches d'intelligence artificielle dans de nombreuses configurations nécessitent une exécution rapide et à faible consommation. Les systèmes de calcul optique peuvent répondre à ces besoins spécifiques surtout dans le domaine de la reconnaissance de formes.

Le laboratoire de Photonique d'Angers (LPhiA) possède une grande expertise dans le domaine de mesures des non-linéarités optiques [¹, ²] pour des applications nécessitant des dispositifs bistables présentant les éléments de base pour réaliser des fonctions logiques. Récemment, un nouveau montage de lentille thermique a été mis en place pour la caractérisation des coefficients thermo-optiques [³, ⁴] générés par des lasers à hautes cadences de tirs inhérents dans les systèmes de communications ultra-rapides.

Dans cette thèse, nous étudierons la possibilité de mise en œuvre de réseaux neuronaux photoniques dans différents matériaux à l'aide de réseaux holographiques élémentaires [⁵] induits soit par une réponse non-linéaire d'ordre n ($n = 2$ pour commencer), soit par une réponse thermique ultra-rapide [⁶]. Ceci devrait se faire idéalement à l'aide d'une activation nécessitant de faibles intensités lumineuses en utilisant des lasers impulsionsnels à hautes cadences ou continus avec une réponse dans le domaine thermo-optique relativement plus lente à l'échelle macroscopique. Mais lorsque les champs optiques sont concentrés dans des volumes à l'échelle de quelques dizaines de nanomètres, la vitesse des effets thermo-optiques approche l'échelle de la picoseconde [⁶]. En effet, une concentration de champ à la limite de la diffraction peut être réalisée en utilisant des effets plasmoniques dans des nanoparticules métalliques imprégnées dans le diélectrique thermo-optique avec une commutation ultra-rapide. L'incorporation de non-linéarités entièrement optiques dans les circuits photoniques ainsi cr s sera l'une des exigences clés avec des essais exploratoires   réaliser.

Cette étude principalement expérimentale nécessite aussi une approche non négligeable en techniques numériques disponibles à l'ESAIP. La présence du doctorant devrait se partager donc entre deux laboratoires : le LPhiA à l'UFR sciences et le CERADE à l'ESAIP (distants de 10 km). Quelques dizaines d'heures d'enseignement annuel en cycle fondamental (1ere ou 2eme année)   l'ESAIP sont à prévoir. Le travail se fera aussi dans le cadre de collaborations avec des équipes internationales de chercheurs.

Profil du candidat :

Le candidat doit être titulaire d'un master ou d'un diplôme d'ingénieur, de préférence dans le domaine de la photonique.

Références

¹ Boudebs, G., & Cherukulappurath, S. (2004). Nonlinear optical measurements using a 4f coherent imaging system with phase objects. *Physical Review A*, 69(5), 053813.

² De Araujo, C. B., Gomes, A. S., & Boudebs, G. (2016). Techniques for nonlinear optical characterization of materials: a review. *Reports on Progress in Physics*, 79(3), 036401.

³ Ba, O., Chis, M., Cassagne, C., & Boudebs, G. (2021). Phase shift imaging in thin films using CW Z-scan based technique. *Physica B: Condensed Matter*, 603, 412608.

⁴ Boudebs, G. (2021). Numerical Simulation of the Whole Thermal Lensing Process with Z-Scan-Based Methods Using Gaussian Beams. *Materials*, 14(19), 5533.

⁵ Zhang, Q., Yu, H., Barbiero, M., Wang, B., & Gu, M. (2019). Artificial neural networks enabled by nanophotonics. *Light: Science & Applications*, 8(1), 1-14.

⁶ Khurgin, J. B., Sun, G., Chen, W. T., Tsai, W. Y., & Tsai, D. P. (2015). Ultrafast thermal nonlinearity. *Scientific reports*, 5(1), 1-8.