

PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

Intitulé : Fiabilisation d'une intelligence artificielle embarquée dédiée au traitement d'image en environnement radiatif spatial

Référence : **PHY-DPHY-2022-026**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : octobre 2022

Date limite de candidature : mars 2022

Mots clés

Fiabilité, microélectronique, langage VHDL, systèmes embarqués, intelligence artificielle

Profil et compétences recherchées

Master et/ou diplôme d'ingénieur en microélectronique.

Cette thèse implique différents domaines scientifiques tels que la microélectronique, la fiabilité des systèmes numériques embarqués, la programmation d'intelligence artificielle (réseaux de neurones). Une première expérience dans le développement sur FPGA/SoC serait souhaitable.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Les électroniques embarquées dans le cadre des applications spatiales et avioniques ont un besoin croissant de puissance de calcul combinée à une contrainte de faible consommation et de reprogrammation afin d'optimiser la flexibilité des systèmes embarqués. Les composants numériques reprogrammables que sont les FPGA (Field Programmable Gate Array) ou les systèmes-sur-puce (System-on-Chip ou SoC) programmables sont devenus des candidats incontournables. En effet, leur puissance et leur capacité de parallélisation des calculs permettent d'aborder l'utilisation d'intelligence artificielle (IA) directement embarquée dans les satellites de dernière génération. Ce traitement « on board » de tâches telles que la reconnaissance d'image, ou de gestion de trajectoire, permet d'augmenter l'autonomie décisionnelle et de limiter l'utilisation du lien de communication sol particulièrement énergivore.

Parallèlement, l'environnement radiatif naturel spatial est extrêmement critique pour les systèmes embarqués pouvant induire des corruptions d'informations et des défaillances fonctionnelles (SEE, Single Event Effects) particulièrement dans les mémoires de type SRAM (Static Random Access Memory) fortement utilisées dans les FPGA/SoC (FPGA SRAM-based).

C'est dans ce contexte qu'à l'ONERA, le Département Physique Instrumentation Environnement Espace (DPHY) a développé une expertise dans les méthodologies d'analyse (expérimentales et simulation) visant à répondre aux besoins en fiabilité des acteurs de la microélectronique pour ses applications spatiales et avioniques.

L'objectif de cette thèse est d'étudier l'impact des radiations spatiales sur la fiabilité de l'utilisation d'IA embarquée pour du traitement bord d'image à base de composant programmable de dernière génération (en technologie FinFET).

Dans un premier temps, après un état de l'art des algorithmes d'IA les plus adaptés à la classification d'image embarquée, une approche sera programmée et testée avant d'être implémentée en suivant les règles standard de la cible retenue (SoC programmable de type Versal).

Dans un second temps, en se basant sur les récents travaux menés par le CNES et la société Bibench, le composant cible sera testé sous laser (moyen de test du laboratoire IES à l'Université de Montpellier) afin d'identifier les fonctions critiques de l'implémentation matérielle et logicielle de l'IA embarquée. Ces tests seront couplés à des campagnes d'injection de fautes mais également complétés par des essais radiation sur les moyens ONERA et extérieurs.

Enfin, cette analyse expérimentale permettra de proposer une série de contre-mesures correctement dimensionnées (hardware, firmware, software) afin de robustifier l'IA pour un environnement opérationnel spatial type. Ces options de durcissement seront supportées par l'outil de prédiction MUSCA SEP3 développé à l'ONERA et validées par une dernière campagne de tests (laser et rayonnement ionisants).

Collaborations envisagées

IES Montpellier / CNES

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département :

Physique, instrumentation, environnement, espace

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Contact et co-directeur de thèse: Laurent Artola

Tél. : 05 62 25 27 42 Email : laurent.artola@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Vincent Pouget

Laboratoire : IES

Tél. : 04 67 14 95 15

Email : vincent.pouget@umontpellier.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>