www.onera.fr

ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Hébergement et interconnexion de fonctions logicielles sur un processeur multicoeur sous Linux pour des applications spatiales

Référence : **TIS-DTIS-2023-45**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2024	**Date limite de candidature :** 15 juin 2024

Mots clés : Logiciels embarqués, Linux, processeurs multicore, containerisation, gestion et allocation des ressources

Profil et compétences recherchées : M2 en informatique ou électronique, programmation système

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Contexte. Depuis plusieurs années, le Newspace a provoqué de grands changements dans la façon de concevoir les satellites mais aussi leurs logiciels embarqués. Parmi ces changements l'utilisation de technologies open source permet de raccourcir les cycles de développement et s'appuyer sur une large communauté. Concernant les Logiciels de vol, le CNES avait développé un atelier, appelé LVCUGEN, permettant d'héberger des applications différentes sur un même processeur en garantissant un découplage fort entre elles. L'ouverture du spatial vers des acteurs nouveau (Newspace) et l'augmentation de la puissance offerte par les processeurs multicore conduisent à repenser les architectures logicielles embarquées pour les recentrer autour d'une solution Linux, parce que open source et riche en services.

Des activités de R&T sont déjà en cours au CNES avec ADS, TAS et Smile pour identifier les conditions d'embarquabilité de Linux. L'ONERA et l'IRIT/N7 de leur côté ont mené des recherches sur l'embarquabilité des processeurs multi-cœurs et notamment sur les phénomènes menant à des pertes de déterminisme (phénomènes d'interférences). L'ONERA et l'IRIT/N7, en collaboration avec ADS [1,2], ont prolongé ces travaux sur la maitrise des interférences entre applications sous Linux sur un processeur quad-core.

Problème traité et verrous étudiés. L'objectif de la thèse est de poursuivre ces travaux en étudiant une architecture logicielle sous Linux permettant l'exécution concurrente d'applications de différents niveaux de criticité sur un processeur multicœur. Les travaux adresseront plusieurs verrous. D'une part des verrous architecturaux sur la définition et l'implantation sous Linux

- de mécanismes de contrôle des interférences entre les applications logicielles exécutées sur le processeur multicœur,
- et de mécanismes de communication entre les applications embarquées (monde Linux) et avec les applications sol (monde non Linux) tout en garantissant un haut niveau service (intégrité et latence).

Et d'autre part des verrous méthodologiques sur la modélisation et l'analyse de telles architectures, à des fins à la fois de pré-dimensionnement en phase amont mais aussi de génération de code.

Ces travaux donneront lieu à des expérimentations appliquées à des cas d'usage CNES (contrôle d'orbite autonome, IA sur FDIR…). Une attention particulière sera portée aux capacités de passage à l'échelle et à l'automatisation des méthodes (de vérification, d'analyse d'interférence et de performance, et de génération de code).

Bibliographie :

[1] Thomas Beck. Evaluation et analyse d'applications Linux sur processeur multi-coeur en environnement spatial. Thèse de l'ISAE-Supaero, Université de Toulouse. Janvier 2024.

[2] Thomas Beck, Frédéric Boniol, Jérôme Ermont, and Luc Maillet. Impact of environment on the execution of a real-time linux process on a multicore platform. In Proceeding of the 11th European Congress on Embedded Real Time Software and Systems, 2022.

[3] John Rushby. Partitioning in avionics architectures: Requirements, mechanisms, and assurance. Technical report, SRI INTERNATIONAL MENLO PARK CA COMPUTER SCIENCE LAB, 2000.

[4] L. Abeni, A. Goel, C. Krasic, J. Snow, and J. Walpole. A measurement-based analysis of the real-time performance of linux. In Proceedings. Eighth IEEE Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, pages 133– 142, 2002.

[5] Marcello Cinque, Raffaele Della Corte, Antonio Eliso, Antonio Pecchia. RT-CASEs: Container-Based Virtualization for Temporally Separated Mixed-Criticality Task Sets. 31st Euromicro Conference on Real-Time Systems (ECRTS 2019).

Collaborations envisagées : CNES, IRIT-ENSEEIHT

Laboratoire d'accueil à l'ONERA	**Directeur de thèse**
Département : Département Traitement de l'Information et Systèmes Lieu (centre ONERA) : Toulouse **Contact** : Frédéric Boniol Tél. : 05 62 25 26 62 Email : frederic.boniol@onera.fr	Nom : Frédéric Boniol Laboratoire : ONERA/DTIS Tél. : 05 62 25 26 62 Email : frederic.boniol@onera.fr

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