

Sujet Tremplin Recherche 2022-2023

Développement, implantation et évaluation sur carte ARM d'algorithmes d'ordonnancement Temps Réel

Encadrement

L'encadrement de la partie projet se fera au sein de l'équipe Logiciel Réseaux Temps réel (LRT) du Laboratoire d'informatique Gaspard Monge (LIGM).

Contact : Damien MASSON bureau ESIEE 4206 damien.masson@esiee.fr

Le partenaire international envisagé pour la poursuite en stage (mai-août) sera l'Université Libre de Bruxelles (ULB).

Contact : Joël Goossens Joel.Goossens@ulb.be

Filières visées

Systèmes embarqués, Informatique.

Présentation générale du sujet

Les systèmes temps réels sont des systèmes informatiques pour lesquels le respect des contraintes temporelles revêt une importance primordiale. Ils sont très étudiés depuis de nombreuses années et très fréquemment associés aux systèmes embarqués.

Un domaine de recherche sur le temps réel concerne les algorithmes d'ordonnancement des tâches, c'est à dire la partie du système qui décide parmi les tâches prêtes à s'exécuter laquelle va pouvoir accéder au processeur (ou plus généralement aux ressources du système).

Il existe notamment plusieurs familles d'ordonnanceurs, certains autorisant les préemptions (changement de tâches avant la complétion), d'autres l'interdisant.

Ces deux approches ont été montrées incomparables, c'est à dire qu'il est possible de construire des systèmes non ordonnançables en préemptif qui le sont en préemptif, mais également l'inverse.

Un algorithme très intéressant a été proposé dans [1,2], qui surclasse les deux mondes preemptif et non preemptif.

En collaboration avec Joël Goossens (ULB) et Geoffrey Nelissen (Eindhoven University of Technology), nous proposons une autre formulation de cet algorithme que nous appelons *FKP*.

Le sujet du projet est l'étude, l'implantation et l'évaluation de cet algorithme.

Objectif du projet

L'objectif du projet consiste à comprendre l'algorithme *FKP* et à l'implémenter dans un système d'exploitation temps réel embarqué open source, FreeRTOS [3], et à faire différentes évaluations sur une carte STM32 embarquant un microprocesseur ARM [4].

Les enjeux sont multiples. Il conviendra dans un premier temps d'étudier la théorie des algorithmes d'ordonnancement spécifiques aux applications temps réel. Une partie plus technique consistera à se former sur les outils de développement pour les cartes ST et à l'utilisation, puis la modification de FreeRTOS au sein de ces mêmes outils.

Dans un deuxième temps, il faudra analyser les références bibliographiques [1,2] et les travaux en cours de rédaction sur FKP que nous proposons avec J. Goossens et G. Nelissen. Un rapport de recherche en cours de rédaction suite à la visite en tant que professeur invité de J. Goossens en décembre 2021 permettra de faciliter ce travail.

Ces étapes devraient permettre de mener à bien l'implantation de l'algorithme FKP au sein de FreeRTOS.

Pour continuer cette recherche, il faudra ensuite implémenter d'autres ordonnanceurs dans FreeRTOS, identifier des critères de comparaisons (KPI), et mener à bien une évaluation des performances. L'écriture d'un article de conférence ou de journal permettra de valoriser ce travail.

Les étapes envisagées pendant le projet sont donc :

- formation sur les algorithmes d'ordonnancement temps réel
- formation sur la prise en main du développement sur carte STM32
- formation sur l'OS FreeRTOS avec essais de modifications
- compréhension de l'algorithme FKP puis implantation dans FreeRTOS

Puis pendant le stage :

- implantation d'autres algorithmes de la littérature scientifique
- identification des critères de comparaisons (KPI) et benchmarks
- rédaction d'un ou de plusieurs articles scientifiques

Bibliographie

[1] R.J. Bril, M.M.P.H. van den Heuvel, U. Keskin, and J.J. Lukkien, *Generalized fixed-priority scheduling with limited preemptions*, In: Proc. 24 Euromicro Conference on Real-Time Systems (ECRTS), pp. 209 – 220, July 2012.

[2] R.J. Bril, M.M.H.P. v.d. Heuvel, and J.J. Lukkien, *Improved feasibility of fixed-priority scheduling with deferred preemption using preemption thresholds for preemption points*, In: 21 International Conference on Real-Time Networks and Systems (RTNS), ACM, pp. 225-264, October 2013.

[3] <https://www.freertos.org/>

[4] <https://www.st.com/en/evaluation-tools/nucleo-f429zi.html>