

Soutenance de thèse

Jasdeep SINGH soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA MOIS et intitulée «*Analyse d'Ordonnabilité Probabilistes des Systèmes Embarqués Critiques*»

Le 6 mars 2020 à 10h30, Salle des thèses ISAE-SUPAERO

devant le jury composé de

| | | |
|------------------------|---|--------------------|
| Mme Laura CARNEVALI | Associate Professor University of Florence | |
| M. Enrico VICARIO | Professor University of Florence | Rapporteur |
| M. Laurent GEORGE | Professeur ESIEE Paris | |
| M. Zhishan GUO | Associate Professor University of Central Florida | |
| M. Didier LIME | Maître de conférences École Centrale de Nantes | Rapporteur |
| M. Luca SANTINELLI | Ingénieur de recherche Airbus | Directeur de thèse |
| M. Pierre SIRON | Professeur ISAE-SUPAERO | |
| Mme Christine ROCHANGE | Professeure Université Paul Sabatier | |

Résumé : La thèse est une étude d'approches probabilistes pour la modélisation et l'analyse de systèmes temps réel. L'objectif est de comprendre et d'améliorer le pessimisme qui existe dans l'analyse du système. Les systèmes temps réel doivent produire des résultats avec des contraintes de temps réelles. L'exécution des tâches dans le système est basée sur leur pire temps d'exécution. En pratique, il peut y avoir de nombreux temps d'exécution possibles inférieurs au pire des cas. Nous utilisons le temps d'exécution probabiliste dans le pire cas, qui est une distribution de probabilité dans le pire des cas, qui limite tous les temps d'exécution possibles. Nous nous approchons avec le modèle de chaîne de Markov à temps continu pour obtenir des probabilités de manquer une contrainte de synchronisation dans le monde réel. Nous étudions également les systèmes de criticité mixte (MC) car ceux-ci ont également tendance à faire face au pessimisme dans un souci de sécurité. Les systèmes MC consistent en des tâches d'importance ou de criticité différentes. Le système fonctionne sous différents modes de criticité dans lesquels l'exécution des tâches de criticité identique ou supérieure est assurée. Nous abordons d'abord les systèmes MC en utilisant la chaîne de Markov en temps discret pour obtenir la probabilité que le système entre dans des niveaux de criticité plus élevés. Nous observons certaines limites de nos approches et nous procédons à la modélisation des systèmes probabilistes MC à l'aide de modèles Graph. Nous remettons en question les approches existantes dans la littérature et fournissons les nôtres. Nous obtenons des calendriers pour les systèmes MC optimisés pour l'utilisation des ressources. Nous faisons également le premier pas vers la dépendance entre les tâches en raison de leur scheduling.

Mots-clés : Méthodes formelles, Chaînes de Markov, Systèmes temps réel, Ordonnement

Summary: This thesis proposal is about the schedulability analysis of real-time systems with the use of probabilities. Recent trends in real-time analysis have introduced formal approaches to the schedulability analysis of real-time systems with probabilistic task models. They apply Automata, Markov processes, or Petri Nets for modeling the stochastic evolution process of the task application according to a specific scheduling algorithm. Such approaches are still at the beginning of their evolution, and there is plenty of room for improvements. The steps are to prepare an accurate state of the art of the probabilistic approaches to schedulability analysis. The comparison among the models is necessary to better decide the set of tools to be applied during the thesis. Proposal of efficient and generic modeling of the task probabilistic representations for the formal tools intended to be applied. The study of the decidability problem, the complexity, and the preemption are needed. Extract schedulability information (in terms of probabilities) about deadline misses and deadline miss ratio from the models applied. Investigate the models and their interface for extracting useful information about the system behavior, the schedulability algorithm characteristics and more. The thesis subject has to offer a predictability-aided design framework. Sensitivity analysis and other approaches are

investigated to provide design feedbacks. Challenges to be faced include case studies with tasks execution time and inter arrival time described with probability distributions, and the scheduling from different paradigms. A report on different modeling approaches, decide among them the more effective for the scheduling problem approached, with application. The thesis will also approach the adaptivity (adapt to changes and reconfiguration due to faulty conditions) problem and the mixed-critical problem (applications at different criticality levels concurrently executing within systems), which heavily affect real-time embedded systems, with probabilities. With the probabilities, the candidate will be able to approach both hard and soft real-time guarantees of safety-critical embedded systems in any possible working conditions. The case studies approached are from the avionics domain, the space domain, and the robotic domain.

Keywords: Formal methods, Markov chains, Embedded systems, Scheduling