

**FORMULAIRE
D'AUTORISATION DE SOUTENANCE
POUR LES ÉTUDIANTS DE 3^{EME} CYCLE**

Type de diplôme : Doctorat ☐ Mastère ☒ Mastère Professionnel ☐

Nom du diplôme : Nouvelles Technologies des Systèmes Informatiques Dédiés

Nom et Prénom de l'étudiant : Rebai Rim

Numéro de téléphone et email de l'étudiant : Tél : 22 981 720 email : rebai_rima@yahoo.fr

Nom et Prénom de l'encadreur : Mahfoudhi Adel

Nom et Prénom du co-encadreur (s'il y a lieu) :

Nom du laboratoire ou de l'institution d'accueil : Computer Embedded System

Titre du sujet : **Analyse d'ordonnabilité des applications temps réel mou: prise en compte de la préemption des tâches**

Description détaillée de l'état d'accomplissement du sujet et autorisant ainsi la soutenance (au moins 2 pages) : à joindre en annexe et doit comporter obligatoirement :

- *bref rappel du contexte du sujet et de ses objectifs principaux*
- *présentation détaillée des objectifs et des résultats atteints*
- *publications ou rapports rédigés, soumis, et/ou publiés*

Fait à Sfax, le 24/05/2010

Signature obligatoire du ou des encadreur (s)

Avis Favorable
de la Commission

Avis Favorable
du Directeur

L'état d'accomplissement du sujet :

Analyse d'ordonnançabilité des applications temps réel mou: prise en compte de la préemption des tâches

Résumé :

Les systèmes informatiques temps réel se différencient des autres systèmes informatiques par la prise en compte de contraintes temporelles dont le respect est aussi important que l'exactitude du résultat, autrement dit le système ne doit pas simplement délivrer des résultats exacts, il doit les délivrer dans des délais imposés. On distingue le *temps réel strict* ou *dur* (de l'anglais *hard real-time*) et le *temps réel souple* ou *mou* (*soft real-time*) suivant l'importance accordée aux contraintes temporelles. Le temps réel strict ne tolère aucun dépassement de ces contraintes, ce qui est souvent le cas lorsque de tels dépassements peuvent conduire à des situations critiques, voire catastrophiques : pilote automatique d'avion, système de surveillance de centrale nucléaire, etc. À l'inverse le temps réel souple s'accommode de dépassements des contraintes temporelles dans certaines limites au-delà desquelles le système devient inutilisable : visioconférence, jeux en réseau, etc. On peut ainsi considérer qu'un système temps réel strict doit respecter des limites temporelles données même dans la pire des situations d'exécution possibles. En revanche, un système temps réel souple doit respecter ses limites pour une moyenne de ses exécutions. Dans ce cas, on tolère un dépassement exceptionnel, qui sera peut-être rattrapé à l'exécution suivante.

Théoriquement, le concepteur d'un système temps réel prétendu strict devrait être capable de prouver que les limites temporelles ne seront jamais dépassées quelle que soit la situation. Cette vérification est appelée "test d'acceptabilité", "analyse d'ordonnançabilité" ou encore "contrôle d'admission"; elle fait appel à la théorie de l'ordonnancement. Ce test, analyse ou contrôle, est basé généralement sur des considérations pessimistes ; il étudie le comportement du système dans le pire des cas. Par ailleurs, s'il s'agit de systèmes mixtes contenant des tâches soumises à des contraintes temps réel dures et des tâches soumises à des contraintes temps réel souples là où on fait appel à ce genre de considérations, alors on risque de considérer, non ordonnançables, des solutions qui le sont pratiquement. Des méthodes d'analyse probabiliste d'ordonnançabilité commencent à voir ces dernières années. Elles tentent de couvrir les systèmes à contraintes mixtes. Toutefois, ces méthodes présentent plusieurs inconvénients : soit elles sont liées à des algorithmes d'ordonnancement bien spécifiques ou elles ne tiennent pas en considération la préemption des tâches, soit encore elles ne prennent pas en considération la dépendance de données entre les tâches et la dépendance entre les temps d'exécution.

Notre travail de maîtrise s'inscrit dans le cadre de l'analyse probabiliste d'ordonnançabilité. Après

avoir fait le point sur les différentes méthodes classiques d'analyse d'ordonnançabilité, nous avons suggéré comme première contribution une extension du modèle de tâche supportant la quantité aléatoire (temps d'exécution).

En deuxième étape, nous avons proposé un modèle de dépendances des temps d'exécution des tâches faisant appel à la théorie des copules.

Travaux réalisés :

L'une des grandes questions en temps réel est la question du temps d'exécution de la tâche qui peut varier en fonction des données et des événements sur l'environnement. Le choix de pire des cas peut conduire à des implémentations très coûteuses et peut conclure une réponse négative pour l'ordonnançabilité tandis que le système est ordonnançable en réalité. Comme les systèmes sont de plus en plus complexes, cette surestimation devenue inacceptable et une nouvelle méthode doit être envisagée. Cette méthode est basée sur un modèle de tâche étendu dont le temps d'exécution est de nature probabiliste. La démarche suggérée requière l'intégration d'un outil d'analyse d'ordonnançabilité. L'outil RTDT prend en compte la variabilité du temps d'exécution. Nous avons utilisé cet outil pour évaluer rapidement l'impact de l'analyse probabiliste d'ordonnançabilité sur le coût final et nous avons présenté les résultats de l'étape de l'analyse probabiliste d'ordonnançabilité à travers l'implantation d'une application en considérant un modèle de tâche qui suppose l'indépendance entre les temps d'exécution. La convolution est l'opération principale de combiner les variables aléatoires. La méthode la plus rapide connu pour calculer la convolution consiste à calculer les transformées de Fourier des fonctions de densité, multiplier, et de calculer la transformée inverse.

L'hypothèse d'indépendance des temps d'exécution n'est pas correcte. Nous avons montré qu'il y a une corrélation entre les temps d'exécution. La principale contribution du master porte sur la considération des dépendances entre les temps d'exécutions des tâches. Ces dépendances sont produites par exemple par des caches, des pipelines et des algorithmes de prédiction de branchement. Ainsi, nous avons proposé un modèle de dépendances des temps d'exécution des tâches faisant appel à la théorie des copules qui est un outil mathématique relativement innovant de modélisation de la structure de dépendance de plusieurs variables aléatoires.

La validation temporelle du système consiste à vérifier que toutes les échéances de toutes les tâches seront respectées durant toute la vie du système. L'analyse du temps de réponse consiste à valider l'ordonnançabilité d'un système tâche par tâche. Une tâche est ordonnancée (valide), si son temps de réponse est inférieur ou égal à son échéance. Nous avons présenté les résultats de l'analyse du temps de réponse à travers une application en faisant appel à la théorie des copules.

Adel Mahfoudhi :Maitre Assistant FSS