

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES



Laboratoire : IFSTTAR –
COSYS/ESTAS

Discipline : Génie informatique
Automatique, Traitement du
signal et des images

NOM/PRENOM DU CANDIDAT : M. Mohamed GHAZEL

N° d'ordre : 41545

JURY :

Directeur de Recherche : Professeur Armand Toguyéni, LAGIS – Ecole Centrale de Lille

Rapporteurs :

- Michel Combacau, Professeur à l'université Toulouse 3 - LAAS
- Kamel Barkaoui, Professeur au CNAM de Paris - CEDRIC
- Walter Schön, Professeur à l'UTC de Compiègne - HEUDIASYC

Membres :

- Janan Zaytoon, Professeur à l'université de Reims Champagne-Ardenne - CReSTIC
- René Boel, Professeur à l'université de Gand, Belgique - SYSTeMS
- Panos Tzieropoulos, Professeur à l'EPFL de Lausanne, Suisse - LITEP
- El-Miloudi El-Koursi, Directeur de recherche à l'IFSTTAR - COSYS/ESTAS

TITRE DE LA THESE :

Contribution à l'Ingénierie Sûre des Systèmes Dynamiques Complexes - Applications aux Systèmes de Contrôle/Commande Ferroviaires

RESUME :

Dans ce manuscrit je présente une synthèse de mes activités de recherche, d'enseignement, d'encadrement et d'implication dans différents projets de recherche nationaux et européens. En particulier, les travaux de recherche détaillés dans le manuscrit portent sur des aspects relatifs à la sécurité des systèmes complexes de contrôle/commande, avec des applications dans le domaine ferroviaire. Les contributions sont présentées selon deux axes :

1. L'axe Ingénierie des exigences, et notamment l'étape de spécification qui consiste à exprimer les contraintes, propriétés et règles que le système doit satisfaire : Cette étape est cruciale dans un processus d'ingénierie d'un système complexe notamment quand il s'agit d'un système qui présente un niveau de criticité élevé. En effet, la qualité des spécifications conditionne plusieurs étapes dans le cycle de développement. Les contributions apportées sur ces aspects fournissent des résultats en termes de raffinement/formalisation des exigences des systèmes critiques, tout en considérant différentes formes de départ des spécifications (modèle semi-formel, langage naturel, from scratch). Le niveau de rigueur ainsi obtenu des reformulations des spécifications est tel que l'utilisation des approches formelles pour la phase de vérification/validation devient systématique.

2. L'axe Surveillance, et en particulier les activités de détection et diagnostic dont l'objectif est d'assurer le suivi du comportement du système, et déceler et identifier les éventuels dysfonctionnements : Généralement, les techniques de monitoring peuvent être classées selon différents critères. Parmi les critères utilisés, on peut citer l'utilisation de modèles et le type de modèle utilisé. Ici, nous nous plaçons dans un contexte où nous disposons d'un modèle discret du comportement du système. En effet, à un niveau d'abstraction suffisamment élevé, les modèles discrets peuvent représenter une base appropriée pour les tâches de monitoring. Dans ce contexte, deux questions majeures sont posées : la diagnosticabilité qui assure que toute défaillance (ou classe de défaillance) peut être détectée et identifiée dans un délai fini suite à son occurrence, et le développement d'un diagnostiqueur pour le suivi du comportement en ligne. Dans ce manuscrit nous détaillons trois contributions majeures relatives au diagnostic à base de modèles discrets. La première contribution considère des modèles de type réseaux de Petri labélisés et préconise l'usage de techniques d'exploration incrémentale et à la volée de l'espace d'état en vue d'analyser la diagnosticabilité du système et développer un diagnostiqueur en ligne. Des expérimentations sur des benchmarks ont été menées et les résultats obtenus en termes de complexité montrent une bonne efficacité comparés aux approches de référence de diagnostic des SED, qui se basent sur une exploration exhaustive de l'espace d'état. La deuxième contribution prend en compte le facteur temps sur le comportement du système de manière quantitative en considérant des modèles réseaux de Petri T-Temporels labélisés (RdPTL). Une technique de fractionnement des intervalles temporels est ensuite développée de manière à rendre possible l'adoption des résultats obtenus dans le contexte a-temporisé pour le contexte temporisé. L'analyse de la diagnosticabilité se fait ainsi sur la base du graphe de classes d'états du RdPTL, et un diagnostiqueur en ligne peut être généré directement. La troisième contribution sur le thème diagnostic porte sur le développement d'une formulation logique constructive, i.e. qui peut être exécutée de manière directe, de la propriété de diagnosticabilité. Concrètement, l'analyse de la diagnosticabilité du modèle se fait par le calcul d'une suite de relations logiques μ -calcul. L'avantage d'une telle formulation est qu'elle offre un cadre logique unifié pour l'expression des questions de diagnostic et permet l'usage de la technique de model-checking pour répondre à ces questions et, par conséquence, tirer avantages des performances des model-checkers. Nous montrons par ailleurs que la formulation développée offre une bonne flexibilité. Différents cas d'étude, principalement du domaine du contrôle/commande ferroviaire, sont présentés pour illustrer les différentes contributions.

Présentation le 18/11/2014 à 10 Heures 30
Lieu : Ecole Centrale de Lille – Grand Amphi