HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES
HDR

NANTES UNIVERSITE

Spécialités : Génie Informatique, Automatique, Traitement du signal

Par

Moustapha DOUMIATI

Architectures de commande et d'optimisation pour des systèmes dynamiques contraints : applications à la dynamique des véhicules routiers et aux systèmes énergétiques multi-sources

Travaux présentés et soutenus à l'IREENA, le 1er décembre 2026

Unité de recherche : IREENA UR 4642, Saint Nazaire, France

Rapporteurs avant soutenance :

Olivier SENAME	Professeur des universités, Université de Grenoble Alpes
Serge PIERFEDERICI	Professeur des universités, Université de Lorraine
Abdelhamid RABHI	Professeur des universités, Université de Picardie Jules Verne

Composition du Jury :

Président :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice *(à préciser après la soutenance)*
Rapporteurs :	Olivier SENAME	Professeur des universités, Université de Grenoble Alpes
	Serge PIERFEDERICI	Professeur des universités, Université de Lorraine
	Abdelhamid RABHI	Professeur des universités, Université de Picardie Jules Verne
Examinateurs :	Franck PLESTAN	Professeur des universités, Centrale Nantes
	Reine TALJ	Directrice de recherche, CNRS, Université de Technologie de Compiègne
	Didier TRICHET	Professeur des universités, Nantes Université
Directeur HDR :	Mohamed MACHMOUM	Professeur des universités, Nantes Université

Nantes Université

Titre : **Architectures de commande et d'optimisation pour des systèmes dynamiques contraints : applications à la dynamique des véhicules routiers et aux systèmes énergétiques multi-sources**

Mots clés : commande robuste ; commande prédictive ; optimisation sous contraintes ; dynamique des véhicules ; gestion énergétique ; systèmes électriques multi-sources.

Résumé : Ce mémoire synthétise mes travaux consacrés à la conception d'architectures de commande et d'optimisation pour des systèmes dynamiques contraints, appliqués à la mobilité routière et aux systèmes énergétiques multi-sources. Leur fil conducteur réside dans la coordination de plusieurs objectifs, actionneurs ou sources d'énergie, sous contraintes physiques, en présence d'incertitudes et avec des exigences de mise en œuvre en temps réel. Les travaux sont structurés autour de deux axes complémentaires. Le premier porte sur la commande intégrée de la dynamique des véhicules routiers, depuis les véhicules conventionnels jusqu'aux véhicules électriques et autonomes. Les contributions concernent la stabilisation du châssis, le suivi de trajectoire, l'anticipation des situations critiques et l'allocation optimale des actionneurs. Elles mobilisent des approches robustes LPV/$\mathcal{H}_\infty$, des commandes non linéaires par modes glissants et des stratégies MPC adaptatives, au sein d'architectures centralisées, décentralisées ou holistiques.

Le second axe traite de la commande, de la gestion énergétique et du dimensionnement optimal des systèmes électriques multi-sources, embarqués ou stationnaires. Les contributions portent sur la répartition des puissances, la régulation des convertisseurs, la gestion énergétique en temps réel et l'optimisation multi-objectif, intégrant des critères de performance, de coût, d'émissions et de vieillissement. Les stratégies proposées reposent notamment sur la répartition fréquentielle adaptative, l'optimisation prédictive à horizon glissant et des commandes non linéaires hiérarchisées. Plusieurs d'entre elles ont été validées sur des bancs d'essai associant des sources réelles ou émulées.

L'ensemble met en évidence l'intérêt d'architectures de commande articulant décisions globales, dynamique du système et contraintes des composants. Cette démarche ouvre des perspectives vers des systèmes électrifiés plus autonomes, sobres et résilients.

.

Title: Control and optimization architectures for constrained dynamic systems: applications to road vehicle dynamics and multi-source energy systems

Keywords: robust control; model predictive control; constrained optimization; vehicle dynamics; energy management; multi-source electrical systems.

Abstract: This manuscript provides a synthesis of my research on the design of control and optimization architectures for constrained dynamic systems, with applications to road mobility and multi-source energy systems. The common thread underlying this work lies in the coordination of multiple objectives, actuators, or energy sources under physical constraints, in the presence of uncertainties, and with real-time implementation requirements. The work is structured around two complementary research axes. The first focuses on integrated control of road-vehicle dynamics, ranging from conventional vehicles to electric and autonomous vehicles. The contributions address chassis stabilization, path tracking, anticipation of critical driving situations, and optimal actuator allocation. They rely on robust LPV/$\mathcal{H}_\infty$ approaches, nonlinear sliding-mode control, and adaptive MPC strategies, implemented within centralized, decentralized, or holistic architectures.

The second axis addresses the control, energy management, and optimal sizing of multi-source electrical systems, for both onboard and stationary applications. The contributions focus on power sharing, converter regulation, real-time energy management, and multi-objective optimization, accounting for performance, cost, emissions, and aging criteria. The proposed energy-management strategies rely on adaptive frequency-based power splitting, receding-horizon predictive optimization, and hierarchical nonlinear control. Several of these strategies have been validated on experimental test benches combining real and emulated energy sources.

Overall, these contributions highlight the relevance of control architectures that coordinate high-level decisions, system dynamics, and component-level constraints. This framework opens perspectives toward more autonomous, energy-efficient, and resilient electrified systems.

.

.