

CENTRE D'ETUDES DOCTORALES «SCIENCES ET TECHNIQUES ET SCIENCES MÉDICALES »

مركز الدكتوراء « الطبية» والتقنيات على الطبية المالية المالية المالية المالية المالية المالية المالية المالية ا

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz -Fès - annonce que

Mr QOBBI Hicham

Soutiendra : le Vendredi 25/07/2025 à 09H00 Lieu : FSDM – Centre Visioconférence

Une thèse intitulée :

« Contribution à la commande et à l'observation des systèmes bidimensionnels »

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication Spécialité : Génie Electrique

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
BOUMHIDI Ismail	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Président
KRIRIM Said	Ecole Supérieure de Technologie, Guelmim	MCH	Rapporteur
IDRISSI Said	Ecole Supérieure de Technologie, Salé	MCH	Rapporteur
CHARQI Mohammed	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	МСН	Rapporteur
MELLOULI El Mehdi	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Fès	МСН	Examinateur
TISSIR El Houssaine	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Examinateur
BOUKILI Bensalem	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	МСН	Co-directeur de thèse
CHAIBI Noreddine	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	МСН	Directeur de thèse



CENTRE D'ETUDES DOCTORALES «SCIENCES ET TECHNIQUES ET SCIENCES MÉDICALES »

مركز الدكتوراة « الطبية» والتقنيات

Résumé:

Dans le cadre de cette thèse, nous avons traité le problème de la conception d'observateurs robustes et de filtres performants pour une classe de systèmes dynamiques bidimensionnels (2-D), modélisés dans l'espace d'état selon les représentations de Fornasini-Marchesini de type II (FM2) et de Roesser. Afin d'enrichir notre travail, des résultats ont également été développés pour les systèmes unidimensionnels (1-D), couvrant ainsi les deux cas de dimensions. L'étude s'est concentrée sur des systèmes évoluant dans un cadre discret, affectés par diverses contraintes de communication ainsi que par des incertitudes structurelles et dynamiques. Les modèles considérés intègrent différentes architectures de communication telles que les protocoles de type round-robin, les accès aléatoires ainsi que les canaux redondants. Ces configurations visent à mieux refléter les réalités des réseaux de communication dans les systèmes.

Une attention particulière a été accordée aux effets des retards temporels et aux pertes de données pouvant affecter le fonctionnement du système, ce qui a conduit à l'élaboration de stratégies d'observation capables de maintenir la stabilité asymptotique du système d'erreur, tout en garantissant un niveau de performance satisfaisant, formulé à l'aide du critère H_{∞} . En complément, le cas particulier du filtrage H_{∞} a été étudié pour les systèmes 1-D soumis à des dynamiques de commutation aléatoires modélisées par des chaînes de Markov, afin de traiter les variations stochastiques pouvant intervenir dans les paramètres du système.

Les contributions principales de cette thèse reposent sur l'utilisation des méthodes de Lyapunov discrètes, des fonctionnelles de type Lyapunov-Krasovskii, ainsi que sur l'exploitation judicieuse de plusieurs lemmes fondamentaux issus de la théorie des systèmes dynamiques. Ces outils permettent de formuler des conditions suffisantes de stabilité et de performance sous forme d'inégalités matricielles linéaires. Ces dernières présentent l'avantage d'être numériquement solvables, tout en assurant la robustesse des systèmes étudiés et en réduisant le conservatisme des résultats obtenus. La validité et l'efficacité des approches développées ont été confirmées à travers diverses études de cas numériques, illustrant la faisabilité et la pertinence des schémas d'observation et de filtrage proposés dans le cadre de cette thèse.

Mots clés:

Systèmes bidimensionnels , Observateur H_{∞} , Filtrage H_{∞} , Systèmes de contrôle réseaux , Protocoles de communication, Protocole Round-Robin, Canaux redondants, Accès aléatoire, Retard de communication, Stabilité robuste, Incertitudes, Systèmes à sauts de Markov, Inégalités Matricielles Linéaire, Fonction de Lyapunov , Performance H_{∞} , Estimation d'état.



CENTRE D'ETUDES DOCTORALES «SCIENCES ET TECHNIQUES ET SCIENCES MÉDICALES »

مركز الدكتوراء « الطبية» هايقنبإيت عنوالية الطبية الطبية

Contribution to the control and observation of two-dimensional systems

Abstract:

In this thesis, we address the problem of designing robust observers and efficient filters for a class of bidimensional (2-D) dynamic systems, modeled in state-space according to the Fornasini-Marchesini type II (FM2) and Roesser representations. To enrich our work, results have also been developed for one-dimensional (1-D) systems, thus covering both dimensional cases. The study focuses on systems operating in a discrete framework, affected by various communication constraints as well as structural and dynamic uncertainties. The considered models integrate different communication architectures such as round-robin protocols, random access, and redundant channels. These configurations aim to better reflect the realities of communication networks in systems.

Particular attention has been given to the effects of time delays and data losses that may affect the system's operation, leading to the development of observation strategies capable of maintaining the asymptotic stability of the error system, while ensuring a satisfactory level of performance, formulated using the H_{∞} criterion. Additionally, the specific case of H_{∞} filtering has been studied for 1-D systems subject to random switching dynamics modeled by Markov chains, in order to address stochastic variations in the system parameters.

The main contributions of this thesis rely on the use of discrete Lyapunov methods, Lyapunov-Krasovskii functionals, and the judicious exploitation of several fundamental lemmas from dynamic system theory. These tools enable the formulation of sufficient conditions for stability and performance in the form of Linear Matrix Inequalities (LMIs). These LMIs are advantageous because they are numerically solvable, ensuring both the robustness of the studied systems and reducing the conservatism of the obtained results. The validity and effectiveness of the developed approaches have been confirmed through various numerical case studies, illustrating the feasibility and relevance of the proposed observation and filtering schemes within this thesis.

Key Words:

Bidimensional systems, H_{∞} Observer, H_{∞} Filtering, Networked control systems, Communication protocols, Round-Robin protocol, Redundant channels, Random access, Communication delay, Robust stability, Uncertainties, Markov Jump Systems, Linear Matrix Inequalities, Lyapunov function, H_{∞} performance, State estimation.-