



Résumé :

Cette thèse porte sur l'étude de la contrôlabilité et des propriétés de solution des systèmes dynamiques d'ordre fractionnaire, en mettant particulièrement l'accent sur les systèmes neutres comportant des impulsions et des conditions non locales. Motivé par le besoin de modéliser des phénomènes réels présentant des effets de mémoire et d'hérédité, nous considérons des systèmes régis par les dérivées fractionnaires de Caputo et de Riemann–Liouville dans le cadre des espaces de Banach.

Les contributions majeures de cette thèse s'organisent autour de quatre axes principaux. Tout d'abord, nous étudions la contrôlabilité exacte d'un système d'évolution neutre fractionnaire avec dérivée de Caputo et des termes dépendant de l'historique, en abordant également un problème de commande à énergie minimale. Ensuite, nous examinons l'existence de solutions mild et la contrôlabilité approchée de systèmes d'évolution neutres fractionnaires non linéaires régis par la dérivée de Riemann–Liouville. Ces résultats approfondissent la compréhension du rôle de la non-linéarité et de la mémoire dans les systèmes fractionnaires.

Dans un troisième temps, nous établissons des résultats d'existence et d'unicité de solutions mild pour des systèmes neutres fractionnaires impulsifonnels avec conditions initiales non locales. Cette partie traite notamment des discontinuités induites par les impulsions et de leur interaction avec la structure non locale du système. Par ailleurs, nous étudions la contrôlabilité approchée de systèmes fractionnaires non linéaires d'ordre $\alpha \in (1,2)$ avec conditions non locales, en utilisant des outils avancés tels que les opérateurs résolvants et les familles cosinus fractionnaires. Enfin, nous étendons l'analyse aux systèmes fractionnaires en réseau avec impulsions, contribuant ainsi au développement de méthodes de commande pour des systèmes interconnectés avec mémoire.

Dans l'ensemble, cette thèse propose une base théorique solide pour l'étude de la contrôlabilité et de l'analyse des systèmes neutres et non linéaires d'ordre fractionnaire, avec des applications potentielles à la modélisation et au contrôle de systèmes dynamiques complexes en physique, en ingénierie et dans d'autres domaines des sciences appliquées.

Mots clés :

Systèmes d'ordre fractionnaire ; Systèmes neutres ; Impulsions ; Conditions non locales ;
Dérivée de Caputo ; Dérivée de Riemann–Liouville ; Contrôlabilité approchée et exacte ;
Opérateurs sectoriels ; Solutions mild ; Systèmes en réseau.



EXISTENCE OF SOLUTIONS AND CONTROLLABILITY OF FRACTIONAL SEMILINEAR NEUTRAL EQUATIONS WITH IMPULSES AND NONLOCAL CONDITIONS

Abstract :

This thesis investigates the controllability and solution properties of fractional-order dynamical systems, with a particular focus on neutral systems involving impulses and nonlocal conditions. Motivated by the need to model real-world processes with memory and hereditary effects, we study systems governed by Caputo and Riemann--Liouville fractional derivatives in the framework of Banach spaces.

The core contributions are organized across four main directions. First, we study the exact controllability of a fractional neutral evolution system with Caputo derivatives and history-dependent terms, addressing a minimum energy control problem. We then examine the existence of mild solutions and the approximate controllability of nonlinear fractional neutral evolution systems governed by the Riemann--Liouville derivative. These results deepen our understanding of the role of nonlinearity and memory in fractional systems.

Next, we establish existence and uniqueness results for mild solutions of impulsive fractional neutral systems with nonlocal initial conditions. This part includes the analysis of discontinuities introduced by impulses and their interaction with the nonlocal structure of the system. Furthermore, we study the approximate controllability of nonlinear fractional systems of order $\alpha \in (1,2)$ with nonlocal conditions, utilizing advanced tools such as resolvent operators and fractional cosine families. Finally, we extend our analysis to fractional networked systems with impulses, contributing to the development of control methods for interconnected systems with memory effects.

Overall, this thesis offers a comprehensive theoretical foundation for the controllability and analysis of fractional neutral and nonlinear systems, with implications for the modeling and control of complex dynamical systems in physics, engineering, and other applied sciences.

Key Words :

Fractional-order systems; Neutral systems; Impulses; Nonlocal conditions; Caputo derivative; Riemann--Liouville derivative; Approximate and exact controllability; Sectorial operators; Mild solutions; Network systems.