

Fiabilité et Robustesse des Systèmes

Responsable : Nicolas Rivière (nicolas.riviere@laas.fr, 05.61.33.78.61)

Objectifs

Le déploiement de systèmes de contrôle-commande fiables nécessite de concevoir, vérifier et valider des architectures matérielles et des applications logicielles garantissant un certain niveau de sûreté de fonctionnement et de robustesse face à des défauts de conception, des variations de l'environnement (conditions extérieures, perturbations) ou des modifications internes du procédé piloté.

L'étude de la sûreté de fonctionnement d'un logiciel de contrôle permet de s'assurer que des systèmes informatiques qui pilotent les avions, les trains, les automobiles, les robots, etc. ne mettront pas en jeu la vie des personnes qu'ils transportent ou qui les entourent. Pour cela, des méthodes d'évaluation et de validation seront étudiées afin de voir comment les prémunir de fautes potentielles pouvant provoquer un accident. A un niveau inférieur, il s'agit de développer des méthodologies pour l'analyse de systèmes dynamiques continus en présence de perturbations ou d'incertitudes de modélisation, et pour la synthèse de schémas de commande garantissant un certain niveau de performance dans de telles circonstances. La commande robuste, initiée durant les années 80, constitue un cadre théorique pour répondre à ces problématiques, avec des applications aussi variées que le maintien à poste et le contrôle d'attitude de satellites, le pilotage de lanceurs, ou l'asservissement des têtes d'un disque dur.

Ce cours présente les concepts et techniques de base de la sûreté de fonctionnement et de la commande robuste, et les illustre au travers d'exemples concrets.

Contenu (C : 27h – TD : 24h - TP : 18h)

1. Sûreté de fonctionnement : concepts, outils, méthodes, architectures

Introduction générale, concepts, tolérance aux fautes, architecture, injection de fautes - Analyse qualitative et quantitative : AMDEC, arbres de fautes, diagrammes de fiabilité, etc. - Systèmes répartis

2. Vérification et validation de logiciel de commande

Vérification statique (analyse, vérification, preuve) - Vérification dynamique (test)

3. Commande Robuste

Modélisation incertaine, formulation standard, analyse du bouclage standard (LFT), fonctions de sensibilité - Stabilité interne, théorème du faible gain - Analyse robuste en stabilité - Synthèse robuste : LQG, LQG/LTR, H2 - Synthèse H_∞ , sensibilité mixte, problème 4 blocs

4. Exemples de travaux pratiques

Analyse de la sûreté de fonctionnement d'un système - Vérification par le test de logiciel pour la commande - Commande robuste de l'attitude d'un satellite souple

Pré-requis

Systèmes à événements discrets, Automatique linéaire, Chaînes de Markov

Bibliographie

Guide de la sûreté de fonctionnement, J.-C. Laprie et al., Cépadués.
Vérification de logiciels : Techniques et outils du model-checking, Schnoebelen, Vuibert.
Introduction to Software Testing, P. Ammann & J. Offutt, Cambridge University Press.
Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. S. Skogestad & I. Postlethwaite. Wiley
Robustesse et Commande Optimale. D. Alazard et al. Cépadués.