



Ecole des JDMACS

19-21 mars 2009, Angers – France

Méthodes Intervalles

Responsables : Nacim Ramdani (INRIA), Luc Jaulin (ENSIETA)

intervenants :

L. Jaulin (ENSIETA),

M. Kieffer (L2S - CNRS - SUPELEC - Univ Paris-Sud),

A. Girard (Laboratoire Jean Kuntzmann),

N. Ramdani (INRIA - LIRMM),

Y. Papegay (INRIA)

G. Chabert (Ecole Mines Nantes)

Jeudi 19 mars (4 x 1h30)

créneau 1 (9h-10h35) :

Titre : Le calcul par intervalles pour la résolution de problèmes non-linéaires

Le calcul par intervalles, combiné aux techniques de propagation de contraintes, permet de résoudre proprement et efficacement une grande classe de problèmes non-linéaires (calcul des minima globaux d'un critère non-convexe ou des solutions d'un système d'équations) même de grande dimension. Nous donnerons les bases du calcul par intervalles, introduirons les contracteurs et donnerons quelques algorithmes de résolution.

Intervenant : Luc Jaulin (ENSIETA)

créneau 2 (11h05-12h45) :

Titre : Applications du calcul par intervalles en automatique et robotique.

Nous montrerons dans ce cours comment formuler les problèmes qui intéressent la communauté du GDR-MACS (estimation robuste par rapport aux données aberrantes, étude topologique d'un espace de configuration pour la planification de chemin, résolution de

systèmes d'équations à variables réelles et discrètes pour le SLAM) de façon à pouvoir les résoudre efficacement par les méthodes intervalles. Nous montrerons des applications concrètes sur des robots réels qui illustrent l'efficacité des méthodes intervalles lors de la résolution de problèmes non linéaires complexes.

intervenant : Luc Jaulin (ENSIETA)

créneau 3 (14h15-15h50) :

Titre : méthodes ensemblistes pour l'estimation d'État.

Après un bref tour d'horizon des techniques d'estimation d'état, nous mettrons l'accent sur l'estimation d'état en présence d'erreurs de mesure et d'incertitudes de modèle bornées. Nous présenterons des algorithmes d'estimation d'état à temps discret puis à temps continu exploitant le calcul par intervalles. Nous montrerons que ces outils peuvent être rendus très robustes à l'égard de données aberrantes. Nous considérerons ensuite l'estimation d'État dans un contexte distribué (réseau de capteurs). Toutes ces notions seront illustrées par des exemples concrets en robotique.

intervenant : Michel Kieffer (L2S - CNRS - SUPELEC - Univ Paris-Sud)

créneau 4 (16h20-18h) :

Titre: Vérification des systèmes hybrides.

Les techniques de vérification algorithmique sont des outils précieux pour la conception de systèmes de commande critiques, devant présenter des garanties fortes de sûreté de fonctionnement. L'objet de cette partie est de présenter un aperçu des techniques de vérification pour les systèmes dynamiques hybrides. Nous nous concentrons essentiellement sur les techniques basées sur le calcul de l'ensemble atteignable. Après un aperçu de l'algorithme général d'atteignabilité des systèmes dynamiques hybrides, nous aborderons en détail les points suivants :

- Atteignabilité des automates hybrides linéaires, présentation d'études de cas réalisées à l'aide de l'outil PHAVer.
 - Atteignabilité des systèmes hybrides affine par morceaux en insistant sur l'importance du choix de la représentation de l'ensemble atteignable (Polytopes, Ellipsoïdes, Zonotopes).
 - Techniques d'hybridisation pour l'atteignabilité de dynamiques continues non-linéaires.
- Cette partie a été préparé collectivement par Thao Dang, Goran Frehse, Antoine Girard et Colas Le Guernic

intervenant : Antoine Girard (Laboratoire Jean Kuntzmann)

Vendredi 20 mars (4 x 1h30)

créneau 5 (9h-10h35) :

Titre : intégration numérique garantie d'équations différentielles ordinaires.

L'intégration numérique garantie d'un système d'équations différentielles ordinaires non linéaires vise à obtenir sur une grille temporelle donnée un vecteur intervalle qui contient de manière garantie la vraie solution. Ce problème peut être résolu de manière efficace à l'aide des modèles de Taylor intervalles. Les idées fondamentales qui sous-tendent cette approche seront présentées de manière didactique. Des indications détaillées quant à sa mise en oeuvre ainsi que des exemples illustratifs seront fournis. Des démonstrations de logiciels et de bibliothèques numériques seront proposées.

intervenant : Nacim Ramdani (INRIA - LIRMM)

créneau 6 (11h05-12h45) :

Titre : méthodes intervalles pour l'analyse d'atteignabilité de systèmes continus et hybrides en présence d'incertitude.

Le calcul d'atteignabilité pour des systèmes hybrides continus-discrets non linéaires incertains peut être effectué par différentes méthodes : (i) modèles de Taylor intervalles; (ii) théorèmes de comparaison et d'existence des inégalités différentielles; et en alliant les deux premières (iii) hybridation non linéaire du système incertain. Ces méthodes, ainsi que des indications de mises en oeuvre, seront décrites de manière détaillée. Des exemples illustratifs mettant en jeu des systèmes dynamiques continus et hybrides incertains, ainsi que des démonstrations de logiciels, seront aussi fournis.

intervenant : Nacim Ramdani (INRIA - LIRMM)

créneau 7 (14h15-15h50) :

Titre : Calculer avec des intervalles : une activité symbolique.

Le calcul intervalle permet la certification de résultats mais au prix d'une surestimation des incertitudes sur ces résultats. Ce problème essentiellement d'origine symbolique, peut être résolu grâce à une idée originale qui consiste à implémenter les algorithmes intervalles de sorte que les calculs restent formels le plus longtemps possible et permettent un préconditionnement des expressions générées en cours d'exécution. Nous montrerons l'importance des gains d'efficacité apportés par ces approches symboliques au calcul par intervalles.

intervenant : Yves Papegay (INRIA)

créneau 8 (16h20-18h) :

Titre : Travaux Pratiques Calculs Intervalles

Ce module est constitué de deux séances de travaux pratiques qui auront lieu simultanément.

TP 1 : Calculs ensemblistes sous QUIMPER, un langage simple de programmation dédié au calcul ensembliste. Initiation et résolution des problèmes d'estimation à erreurs bornées, de commande robuste et de SLAM.

TP 2 : Intlab : bibliothèque Matlab de calcul par intervalles. Application à l'estimation de l'État d'un véhicule en mouvement par la biais d'un estimateur centralisé, puis par une technique d'estimation distribuée.

Intervenants : Michel Kieffer (L2S), et Gilles Chabert (EMN) ou Luc Jaulin (ENSIETA).