

# Modélisation par équations intégrales et apprentissage

Louis Roussel

De nombreux modèles (comme par exemple le modèle d'épidémiologie SIR) sont constitués d'équations différentielles non linéaires, qui elles-mêmes font intervenir des paramètres dont les valeurs sont obtenues expérimentalement.

Initiée par Ritt et Kolchin, l'algèbre différentielle fournit le cadre théorique et les algorithmes nécessaires pour calculer, rechercher, décrire les solutions ainsi que décrire la structure d'un système d'équations différentielles, qui en pratique peut décrire l'évolution d'un système physique, d'un modèle biologique, ...

Des travaux récents s'intéressent au traitement d'équations intégro-différentielles, c'est-à-dire des équations faisant intervenir la fois des dérivations et des opérateurs d'intégration.

Comme le suggèrent ces travaux, les gains obtenus par l'introduction de l'intégration sont multiples : augmenter l'expressivité des modèles, améliorer la précision de l'estimation de paramètres (qui consiste à déterminer numériquement les valeurs des paramètres d'un modèle pour lesquels on a des mesures entachées d'erreur), réduire la taille des équations intermédiaires afin d'accélérer les calculs, ... Réduire l'ordre de dérivation d'une équation différentielle peut parfois être possible en l'intégrant. Un algorithme (Integrate) a été développé pour cela. Toutefois, réussir à intégrer des équations intégro-différentielles est un problème complexe et, malheureusement, il existe de nombreux cas où l'algorithme ne s'applique pas. Par exemple, lorsqu'un facteur intégrant est requis.

Pour atteindre une modélisation par équations intégrales, nous abordons une approche hybride consistant à généraliser les techniques existantes d'élimination en calcul formel pour le cas uniquement différentiel, et en parallèle à utiliser des techniques d'apprentissage basées sur le travail récent de Lample et Charton.

Durant l'exposé, je présenterai les travaux en cours concernant l'élimination intégrale et l'intégration symbolique d'équations intégro-différentielles par apprentissage.