

« Illustration de la valeur ajoutée du calcul formel pour la conception de systèmes de pilotage d'avion avec Maple et Maplesim »

Benoit Vidalie, Nicolas Gachadoit Maplesoft

La modélisation multi-physique est un enjeu majeur de la mécanique, en particulier dans un contexte d'évolutions technologiques fortes, accélérées par la mutation imposée des sources d'énergie. Le calcul formel est une brique incontournable dans les techniques de modélisation multi-physique de nouvelle génération, à la fois pour produire des modèles plus complets, plus rapides et mieux formulés. Un des avantages du calcul formel est également de donner accès aux équations du système, pour l'analyse, ou pour les étapes de conception. Les équations permettent enfin de capitaliser la connaissance sur les modèles, pour les transmettre ou pour conserver l'ensemble des informations décrivant chaque modèle.

Lors de cette présentation nous illustrerons la valeur ajoutée du calcul formel sur un exemple de modèle d'avion réalisé avec les logiciels Maple (calcul mathématique) et MaplesimTM (modélisation multi-domaines).

Le modèle est décrit à partir des bibliothèques de composants disponibles dans Maplesim. La structure du modèle est très proche du système réel et aucune écriture mathématique n'est nécessaire pour la modélisation. Les équations sont ensuite générées automatiquement à partir du schéma bloc puis simplifiées avec le moteur de calcul symbolique surpuissant de Maple. La génération automatique réduit très fortement la marge d'erreur sur les équations et la simplification symbolique permet d'obtenir la formulation exacte la plus efficace et la plus rapide en simulation.

A partir des équations du système, consistant principalement en la mécanique du vol non linéaire et la définition des efforts aérodynamiques, nous souhaitons concevoir des systèmes de pilotage. Pour y parvenir on commence par calculer la forme linéarisée du système autour d'un point de fonctionnement théorique, grâce à la dérivée formelle de Maple. On conçoit ensuite plusieurs stratégies de commande avec la boîte à Outil automatique pour Maple. Le système en boucle fermé est ensuite simulé dans Maplesim et le comportement global du système peut être observé grâce à l'animation 3D.

Toutes les étapes de calcul sont non seulement sauvegardées dans un document Maple, mais sont également commentées, pour conserver toute la connaissance sur le modèle et les étapes de conception sous une forme très lisible et interactive.