

Co-simulation hybride numérique-expérimental en temps réel: défis et application au test d'une prothèse de pieds

D. Rixen¹

¹ *Technical University of Munich, Boltzmannstraße 15, 85748 Garching, Germany*

Résumé — Lors du développement ou de l'optimization de systèmes complexes, différentes composantes sont analysées séparément afin de vérifier les caractéristiques locales des sous-systèmes. Si certaines parties peuvent être modélisées de manière précise, d'autres sont trop complexes ou incertaines et doivent être validées expérimentalement. L'analyse, pour être pertinente, doit prendre en compte les conditions limites et les interactions entre composantes, ce qui est difficile lorsque certaines n'existent que sous forme numérique et d'autres ne sont analysable que en tant que prototype. Une simulation hybride numérique-expérimentale est donc souhaitable.

Ce problème est connu depuis longtemps en électronique et en électricité : la simulation en temps réel entre composantes ou parties de circuit est chose courante (hardware-in-the-loop). En mécanique, la simulation hybride est principalement utilisée en ingénierie civile (et souvent nommée « Real-Time Hybrid Substructuring »), par exemple pour tester l'effet d'amortisseur de vibration (partie expérimentale) sur des bâtiments (partie numérique) lors de tremblement de terre. Dans ce cas, les forces d'interaction sont imposées sur la composante expérimentale par des actuators synchronisés en temps réel avec la simulation numérique afin de prendre correctement en compte les effets dynamiques. Ces techniques ont généralement été appliquées à des systèmes avec une dynamique lente afin de permettre une bonne synchronisation des simulations et afin de ne pas entacher les résultats d'erreurs provenant de la dynamique des actuators.

Si cette technique de simulation hybride était transposable à des problèmes mécanique de plus hautes fréquences, beaucoup de problèmes industriels de vibration pourraient être analysés par une telle simulation hybride, rendant possible une flexibilité et une fiabilité d'analyse que les modèles purement numériques ou expérimentaux ne permettent pas. Dans notre exposé, nous discuterons des défis associés aux simulations hybrides pour les systèmes mécaniques. Des résultats préliminaires seront présentés pour une application bio-mécanique où une prothèse de pied (sous-structure expérimentale) est couplée en temps réel à un modèle simplifié d'une personne en marche.
