

Sujet de stage LAM

Méthodes non itératives pour la dynamique du contact, application aux cordes vibrantes

Lieu : Équipe LAM, Institut Jean le Rond d'Alembert, Campus PMC (Sorbonne Univ.) et IMSIA, ENSTA-ParisTech

Durée : 6 mois

Directeurs de stage : Cyril Touzé et Jean-Loïc Le Carrou (LAM)

Rémunération : montant forfaitaire CNRS (approx. 550 euros par mois, soumis à réévaluation)

Contexte

Les vibrations de structures avec contact unilatéral posent de nombreux problèmes de modélisation et de résolution numérique liés en grande partie au caractère non régulier de la force de contact. Cela crée des dynamiques complexes, engendrant de très nombreuses hautes fréquences, posant de redoutables problèmes de stabilité et de convergence pour le calcul numérique. Dans le cadre de l'acoustique musicale, les phénomènes des contact sont nombreux et engendrent des comportements audibles extrêmement importants qui en font la signature de certains instruments, comme par exemple les instruments indiens (sitar ou tampoura, rudra veena, ...), mais aussi la caisse claire ou le charleston. Ainsi, être en mesure de proposer des modèles physiques permettant de synthétiser des sons réalistes pour ces instruments est encore aujourd'hui un problème difficile.

Sujet

La plupart des méthodes actuelles proposent une régularisation de la force de contact [1,2,3]. Dans ce cadre la solution à chaque pas de temps doit être trouvée par une procédure de Newton-Raphson car provenant d'un problème non linéaire. Des études récentes montrent qu'en réécrivant l'énergie du système sous une certaine forme, on peut alors se passer de cette étape, ce qui est un gain très important pour les temps de calcul [4]. Le but de ce stage est donc de mettre en œuvre cette méthode dite non itérative dans un premier temps, puis de l'appliquer au cas de la basse électrique pour laquelle nous disposons déjà d'un ensemble de données de simulations et de mesure afin de faciliter les comparaisons [5]. Dans un second temps, on s'intéressera d'un part à rajouter au modèle la prise en compte d'une excitation réaliste (ajout de la main droite excitatrice et de la main gauche sur le manche), et d'autre part à comparer les sorties du modèle avec des mesure pour lesquelles nous disposons de la géométrie réelle du profil de manche.

Apport

Le stagiaire devra implémenter et manipuler des méthodes numériques originales. Il devra aussi réaliser des mesures avec une grande précision et ajouter l'instrumentiste au modèle. L'étude se déroulera entre deux laboratoires et nécessitera du stagiaire d'assurer une bonne communication du travail en cours.

Mots clés

Méthode numérique, Modélisation, Expérimentation

Profil

Étudiant de M2 en mécanique, vibration et acoustique, avec de bonne connaissance en analyse numérique.

Contact

Cyril Touzé, professeur à l'ENSTA-ParisTech, IMSIA (Institut des Sciences Mécaniques et Applications Industrielles) (cyril.touze@ensta-paristech.fr)

Jean-Loïc Le Carrou, maître de conférences à Sorbonne Université, équipe LAM - Institut Jean le Rond d'Alembert (jean-loic.le_carrou@sorbonne-universite.fr)

Références

- [1] S. Bilbao, A. Torin, and V. Chatziioannou : Numerical modeling of collisions in musical instruments, *Acta Acust. united Acust.* 101, 155–173, 2015.
- [2] V. Chatziioannou, and M. van Walstijn : Energy conserving schemes for the simulation of musical instrument contact dynamics, *J. Sound Vib.* 339, 262–279, 2015.
- [3] C. Issanchou, S. Bilbao, J.-L. Le Carrou, C. Touzé, and O. Doaré : A modal-based approach to the nonlinear vibration of strings against a unilateral obstacle : Simulations and experiments in the pointwise case, *J. Sound Vib.* 393, 229–251, 2017.
- [4] M. Ducceschi and S. Bilbao : Non-iterative solvers for nonlinear problems : the case of collisions, *Proceedings of the 22nd International Conference DAFx-19*, 2019.
- [5] C. Issanchou, J.-L. Le Carrou, C. Touzé, B. Fabre, and O. Doaré : String/frets contacts in the electric bass sound : Simulations and experiments, *Applied Acoustics*, 129, 217–228, 2018.