
Étude et simulation robotique du jeu au clavicorde

Sujet

Le clavicorde est un instrument à clavier dont le mécanisme d'excitation est simple et particulier [1]. La pression du doigt sur une touche fait soulever un morceau de métal, appelé tangente, qui percute la corde. L'excitation ayant eu lieu, la corde vibre selon une longueur délimitée par la tangente et le chevalet. La tangente joue alors le rôle de sillet. Dès lors que le doigt relâche la touche, la tangente perd contact avec la corde, et l'étau disposé à l'extrémité de celle-ci met un terme à sa vibration. Ce fonctionnement rend le toucher du clavicorde délicat nécessitant un compromis entre vitesse et force d'enfoncement. En effet, une pression trop importante du doigt entraîne une augmentation de la tension de la corde et donc de sa fréquence fondamentale de façon perceptible. De plus, si la vitesse d'enfoncement de la touche n'est pas suffisante, le niveau sonore est trop faible. L'instrumentiste doit donc développer une stratégie gestuelle lui permettant de jouer avec la dynamique la plus importante possible tout en jouant juste [2]. Cette exigence imposée par le fonctionnement organologique de cet instrument permet l'apprentissage d'un mode de jeu transposable ensuite sur d'autres instruments à clavier. C'est en cela que cet instrument est connu pour sa vertu pédagogique. L'objectif du stage consiste à étudier cette stratégie gestuelle pour plusieurs instrumentistes. Le travail consistera donc à élaborer un protocole expérimental permettant de capter le jeu du musicien sur un clavicorde. Pour cela, il faudra être capable de mesurer à la fois la force d'excitation donnée par la tangente à la corde et la vitesse d'enfoncement au niveau du clavier de manière synchrone et non invasive. Une instrumentation adaptée sera utilisée pour la mesure des paramètres physiques nécessaires : des fourches optiques pour mesurer la vibration de la corde, un profilomètre laser pour mesurer l'enfoncement de la touche, une caméra rapide calibrée pour mesurer le déplacement du doigt du musicien. Ce protocole de mesure permettra de capter les paramètres de jeu au clavicorde pour plusieurs musiciens dans un contexte musical bien établi, à l'image des études faites sur le piano [3,4]. Étant donné les différences liées au système d'excitation entre le clavicorde et les autres instruments à clavier [5], des différences gestuelles caractéristiques entre le doigt d'un clavicordiste et celui d'un pianiste au clavicorde sont attendues. Une validation pourra être menée grâce au doigt robotisé instrumenté présent dans l'équipe [6]. Dans un second temps, une modélisation du geste instrumental sera développée en vue de l'intégrer dans un modèle physique d'instrument actuellement disponible [7,8]. Grâce au modèle ainsi constitué et aux données extraites de l'expérience, une étude paramétrique pourra être entreprise afin d'analyser en détail l'influence du geste sur le son de l'instrument afin de mieux rendre compte du paradoxe du clavicorde [9].

Références :

- [1] Bernard Brauchli. *The clavichord*. Cambridge University Press, 1998.
- [2] Christophe d'Alessandro « Le paradoxe du clavicorde », Congrès Français d'Acoustique, CFA 2016 Le Mans 11-15 Avril 2016, 2263-2269.
- [3] GOEBL, Werner et PALMER, Caroline. Tactile feedback and timing accuracy in piano performance. *Experimental Brain Research*, 2008, vol. 186, no 3, p. 471-479.
- [4] ENGEL, Kevin C., FLANDERS, Martha, et SOECHTING, John F. Anticipatory and sequential motor control in piano playing. *Experimental brain research*, 1997, vol. 113, no 2, p. 189.
- [5] Christophe d'Alessandro. The Acoustics of Tangent-string Interaction in the Clavichord Compared to Hammer-string Interaction in the Fortepiano, In Bernard Brauschli et al, *De Clavicordio IX*, 2009.
- [6] Alexandre Roy. *Développement d'une plate forme robotisée pour l'étude des instruments de musique à cordes pincées*. PhD thesis, Paris 6, 2015.
- [7] Jean-Théo Jiolat, Christophe d'Alessandro, Jean-Loïc Le Carrou, Jose Antunes. Toward a physical model of the clavichord. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2021, vol. 150, no 4, p. 2350-2363.
- [8] Jean-Théo Jiolat. *Vibroacoustics of the clavichord*, PhD thesis, Paris SU, 2021.
- [9] Christophe d'Alessandro, « Le paradoxe du clavicorde et la technique de Bach au clavier », *Revue musicale OICRM*, vol. 6, n° 1, 2019, p. 87-112.

Compétences attendues:

M1, M2 et école d'ingénieur, présentant un intérêt pour les instruments de musique.
Vibrations, expérimentation, instrumentation et / ou simulation numérique, programmation en Matlab, notions musicales, instrumentations (profilomètre laser, fourches optiques, etc.)

Durée, lieu et rémunération du stage:

Le stage dure 5 à 6 mois, au sein de l'équipe Lutheries-Acoustique-Musique de l'Institut Jean le Rond d'Alembert – Sorbonne Université – Campus Pierre et Marie Curie. Indemnité de stage 580 €/mois environ.

Encadrement :

Christophe d'Alessandro (DR), Jean-Loïc Le Carrou (MCF, HDR) Institut Jean Le Rond D'Alembert, Equipe LAM - Lutheries-Acoustique-Musique, Jean- Jean-Loïc { jean-loic.le_carrou ; christophe.dalessandro}@sorbonne-universite.fr }