



Offre de stage en électro-acoustique

Contexte

Hap2U développe des interfaces tactiles de nouvelle génération. La technologie hap2U utilise des ondes acoustiques ultrasoniques qui permettent de créer une sensation de relief et de texture sous le doigt (retour haptique).

Notre technologie vise à faciliter l'Interaction Homme-Machine (IHM) à travers le développement des interfaces du futur : les surfaces haptiques. Les domaines d'applications sont extrêmement larges : navigation sur mobile, ergonomie automobile ou aéronautique, écrans de contrôle dans le domaine industriel, objets interactifs, etc. Nous sommes actuellement engagés dans plusieurs contrats d'industrialisation d'envergure pour une première mise sur le marché à courte échéance.

Afin de renforcer son leadership dans le domaine de l'IHM, l'entreprise cherche à étoffer son offre en la complétant par une fonctionnalité audio. Le sujet est bien dans l'air du temps et des applications très intéressantes commencent à voir le jour :

<https://blog.son-video.com/2018/01/acoustic-surface-quand-lecran-du-televiseur-devient-enceinte/>

Sujet du stage

Le stage consiste à étudier la faisabilité de l'ajout d'une fonctionnalité audio sur un dispositif de retour haptique ultrasonore avec la définition de règles de design.

Les dispositifs actuellement développés au sein d'hap2U reposent principalement sur la mise en vibration d'écrans tactiles par la génération d'ondes de flexion au moyen d'actionneurs piezo-électriques dédiés, dans des gammes de fréquence de plusieurs dizaines de kHz. Pour ce type de dispositif, l'ajout d'une fonctionnalité audio se heurte directement à la fréquence de coupure des ondes de flexion se situant dans le spectre audible. Au-dessous de cette fréquence, les ondes de flexion restent confinées dans la plaque ce qui se traduit par une absence de rayonnement des vibrations dans l'air environnant. Plusieurs pistes sont envisagées pour contourner ce problème, qui seront analysées lors du stage.

Ainsi des mesures intra-auriculaires¹² seront mises en place pour évaluer l'impact de différents facteurs sur le spectre audio et le niveau sonore atteint au niveau du tympan. De plus, afin d'adresser la fonctionnalité loudspeaker des téléphones portables, une étude expérimentale portera sur le transfert de vibrations d'un dispositif haptique vers une surface plus favorable au rayonnement dans l'air comme une plaque par exemple. En effet, de nombreuses études ont déjà démontré que les vibrations de flexion d'une surface plane peuvent être exploitées pour créer une source acoustique efficace³, ce principe ayant conduit au développement de haut-parleurs plats⁴ comme concurrence directe des haut-parleurs conventionnels. Enfin, selon le niveau d'avancement du stage, l'étude du rayonnement acoustique audible généré par modulation de la fréquence porteuse ultrasonore (principe de démodulation non-linéaire dans l'air⁵) pourra être abordée.

Compétences requises

L'étudiant sera notamment confronté à :

- L'utilisation d'appareils de laboratoire (amplificateurs, carte d'acquisition E/S, GBF, oscillo, ...)
- la simulation numérique par éléments finis.
- La mise en œuvre de ses connaissances en acoustique aérienne et en vibro-acoustique.
- L'analyse modale.
- Une maîtrise des logiciels Matlab et Labview sera appréciée
- Des connaissances en électronique seront appréciées

Matériel pour l'étude

Pour mener à bien ce stage, l'étudiant sera amené à utiliser :

- un microphone calibré B&K,
- un vibromètre laser 3D permettant la mesure du champ de vibration de la surface selon ses 3 composantes,
- des surfaces haptiques équipées d'actionneurs piézoélectriques spécialement dimensionnés,
- d'un microphone miniaturisé intra-auriculaire pour lequel une électronique dédiée devra être développée (pré-amplificateur).
- Logiciel de simulation par éléments finis COMSOL.
- Matlab.

Superviseur

Matthieu Guedra, PhD. *Acoustic expert.*

Références

1. Denk, F., Ernst, S. M. A., Ewert, S. D. & Kollmeier, B. Adapting Hearing Devices to the Individual Ear Acoustics: Database and Target Response Correction Functions for Various Device Styles. *Trends Hear.* **22**, 233121651877931 (2018).
2. Wiener, F. M. & Ross, D. A. The Pressure Distribution in the Auditory Canal in a Progressive Sound Field. *J. Acoust. Soc. Am.* **18**, 401–408 (1946).
3. Harris, N. & Hawksford, M. J. The Distributed-Mode Loudspeaker (DML) as a Broad-Band Acoustic Radiator. *J. Sound Vib.* (1997).
4. Bai, M. R. & Huang, T. Development of panel loudspeaker system: Design, evaluation and enhancement. *J. Acoust. Soc. Am.* **109**, 2751–2761 (2001).
5. Bennett, M. B. & Blackstock, D. T. Parametric array in air. *J. Acoust. Soc. Am.* **57**, 562–568 (1975).