



Université Lille Nord de France
Pôle de Recherche
et d'Enseignement Supérieur

Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur Lille Nord-de-France - 072



Titre : Génération et Contrôle de retours tactiles par ondes ultrasoniques latérales

Financement prévu : Contrat Doctoral

Cofinancement éventuel :

(Co)-Directeur de thèse : Prof. Betty SEMAIL

E-mail : betty.semail@polytech-lille.fr

Co-directeur de thèse : Dr Frédéric GIRAUD, Michel AMBERG

E-mail : frederic.giraud@polytech-lille.fr

Laboratoire : L2EP – E2 2697

Equipe : Commande

Contexte

Dans le cadre des interfaces homme-machine, les périphériques d'entrée purement tactiles ont émergé ces dernières années, pour devenir le standard de l'industrie du téléphone portable. Les smartphones ont abandonné le clavier physique, pour des claviers virtuels. D'autres mutations de ce type sont en cours, dans le secteur automobile par exemple, pour éliminer les boutons des planches de bord et rendre l'intérieur des véhicules lisses et interactifs. Cependant, l'inconvénient majeur de ces interfaces est qu'elles uniformisent la sensation tactile lorsqu'elles sont effleurées ou tapées. L'une des conséquences est que l'information ne circule alors que de l'utilisateur vers le périphérique, non plus en sens inverse. Dans le cas des applications automobiles par exemple, cela signifie que le conducteur est obligé de porter son regard sur l'interface pour pouvoir utiliser les boutons virtuels, ce qui réduit son attention et peut créer du danger.

C'est pourquoi l'intérêt pour des solutions technologiques capables de modifier la façon dont on perçoit les surfaces touchées ne cesse de grandir. La part estimée du marché de l'haptique - c'est sous ce terme que l'on désignera l'ensemble de ces solutions – devrait croître avec un taux de 16% entre 2016, pour atteindre un chiffre d'affaire de 20 milliards de \$ en 2022.

Le L2EP pour sa part développe des interfaces à réduction de frottement entre le doigt et la surface lorsque celle-ci vibre à des fréquences ultrasonores. En modulant l'amplitude de la vibration en fonction de la position du doigt, des informations tactiles denses peuvent être restituées. Le principe a fait l'objet de deux dépôts de brevet, qui ont été licenciés par l'Université Lille1 à la société Hap2u.

Objectif de la thèse

Les dispositifs à retour tactile développés jusqu'à présent au L2EP et pour lesquels des modèles d'interaction ont été validés, reposent sur la génération d'ondes ultrasoniques dites « de Lamb », hors plan. Or d'autres formes d'onde, exploitant l'effet de cisaillement sont également à même de modifier le frottement entre le doigt et la surface soumise à la déformation mécanique ultrasonore. Pour ces formes d'onde spécifiques, il convient d'établir à nouveau un modèle d'interaction, de valider l'effet de réduction de frottement, de contrôler l'onde de manière à optimiser le contraste en frottement. L'action et la perception de l'Homme dans ce contexte sont très importantes. La notion d' »Human in the Loop » sera développée, en utilisant par exemple le formalisme REM



(Représentation Energétique Macroscopique) développé au sein de l'équipe Commande du L2EP et appliqué au HIL (Hardware in the loop).

De plus, il s'agira de proposer, en complément de cette modulation modifiant le frottement, une ou des méthodes de génération de sensation tactile « doigt statique ». Ce dernier point doit mener à l'élaboration d'un écran tactile assurant la fonctionnalité de clavier à retour tactile, en plus de la génération de textures programmables obtenues plus classiquement avec ce type dispositifs.

Références:

- Friction Reduction through Ultrasonic Vibration Part 2: Experimental Evaluation of Intermittent Contact and Squeeze Film Levitation IEEE Transactions on Haptics, Vol. 10, N°. 2 pages. 208-216, 06/2017, SEDNAOUI Thomas, VEZZOLI Eric, DZIDEK Brygida, LEMAIRE-SEMAIL Betty, CHAPPAZ Cedrick, ADAMS Michael
- Friction Reduction through Ultrasonic Vibration Part 1: Modelling Intermittent Contact IEEE Transactions on Haptics, Vol. 10, N°. 2, pages. 196-207, 06/2017, VEZZOLI Eric, VIDRIH Zlatko, GIAMUNDO Vincenzo, LEMAIRE-SEMAIL Betty, GIRAUD Frédéric, RODIC Tomaz, PERIC Djordje, ADAMS Michael
- Amplitude Control of an Ultrasonic Vibration for a Tactile Stimulator, Wael Ben Messaoud, Frédéric Giraud, Betty Lemaire-Semail, Michel Amberg, Marie-Ange Bueno, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 2016, 21 (3), pp.1692 - 1701.
- Modal Superimposition for Multi-fingers Variable Friction Tactile Device, Sofiane Ghenna, Christophe Giraud-Audine, Frédéric Giraud, Michel Amberg, Betty Semail, Haptics: Perception, Devices, Control, and Applications, 9774, pp.521-530, 2016
- Preliminary design of a multi-touch ultrasonic tactile stimulator, Sofiane Ghenna, Frédéric Giraud, Christophe Giraud-Audine, Michel Amberg, Betty Lemaire-Semail, World Haptics Conference (WHC), 2015 IEEE, Jun 2015, Chicago, United States. World Haptics Conference (WHC), 2015 IEEE, 2015
- Power analysis for the design of a large area ultrasonic tactile touch panel, Yi Yang, Betty Lemaire-Semail, Frédéric Giraud, Michel Amberg, Yuru Zhang, Christophe Giraud-Audine, European Physical Journal: Applied Physics, EDP Sciences, 2015, 72 (1), pp.11