

Activités sensori-motrices

et haptiques¹



Activité



Technologies

La perception haptique, modalité sensorielle longtemps négligée

Les activités sensori-motrices (geste, mouvement, manipulation d'objets, exploration de l'espace, etc.) s'appuient sur l'intégration d'informations sur soi, sur l'espace environnant plus ou moins proche et les objets qu'il contient, issus des différentes modalités sensorielles. Si la vision et l'audition constituent de loin les modalités les plus étudiées encore aujourd'hui, des travaux sur la perception haptique sont menés depuis plusieurs décennies. Le terme haptique désigne la discipline qui s'intéresse à la perception cutanée (ou sens du toucher) et à la proprioception (ou perception kinesthésique), c'est-à-dire la perception de la position spatiale des membres et du corps et des forces qui s'y appliquent (conjointement avec le système vestibulaire) afin de permettre au sujet de contrôler son équilibre, sa posture et ses mouvements.

La perception tactile implique plusieurs types de mécanorécepteurs présents au niveau de la peau spécialisés dans le traitement d'une information spécifique (texture, variation de pression...), des récepteurs sensibles à la chaleur ou au froid ainsi que des nocicepteurs spécialisés dans la détection de stimulations mécaniques ou thermiques nocives potentiellement. Les récepteurs de la proprioception sont situés dans les muscles et les tendons afin de fournir une information sur la force exercée par ou sur un muscle, en complément des informations de déformation ou de pression traitées par les récepteurs cutanés. Le système vestibulaire, spécialisé dans les informations de mouvements du corps et de position par

rapport à la gravité, est quant à lui impliqué dans la perception de l'équilibre et le contrôle postural.

Suivant la tâche, le degré d'implication des systèmes tactiles et kinesthésiques varie : ainsi, l'évaluation de la texture d'une surface mobilise plutôt la perception cutanée, l'exploration et la perception de la forme d'un objet mobilisent les deux systèmes tandis que la réalisation d'un geste sollicite plus fortement la proprioception. La perception haptique entretient cependant des relations fortes et complexes avec les autres sens, en particulier la vision, pour ce qui est de la majorité des activités sensori-motrices. Au quotidien, la perception haptique peut cependant suppléer en partie la vision, notamment chez les personnes aveugles (exploration de l'espace au moyen d'une canne, lecture en Braille...). Enfin, des travaux utilisent l'haptique comme modalité de substitution au moyen d'un dispositif technique dans le cadre des études sur la substitution sensorielle et la neuroplasticité cérébrale (Hatwell, Streri et Gentaz, 2000).

Dispositifs haptiques, tactiles et interaction humain-ordinateur

Le terme haptique désigne aussi les recherches sur les dispositifs interactifs exploitant la perception tactile et haptique en vue d'assister la réalisation de tâches à fortes composantes sensori-motrices et, plus récemment, d'enrichir l'expérience utilisateur. Issus de la robotique, les premiers dispositifs haptiques ont été conçus pour permettre la manipulation d'objets lourds ou la télémanipulation de matières dangereuses (ex. combustible nucléaire), donnant lieu à la réalisation d'exosquelettes et de bras de commande de robots fournissant un retour sur la force exercée (photos 1). Les dispositifs tactiles et haptiques ont trouvé depuis de larges domaines d'application : rééducation, entraînement, assistance au geste, dispositifs d'aide à la navigation, jeux en réalité virtuelle, manipulation à l'échelle moléculaire (photo 2 ci-après).



Photos 1 – Premiers dispositifs de télémanipulation maître-esclave à retour d'effort développé dans les années 1950 (images courtesy of Argonne National Laboratory, U.S.A)



Photo 2 – Interface haptique bi-manuelle pour l’amarrage de protéines (projet ANR “CoRSAIRe”, Application BioInfo, crédit ©LIMSI-CNRS 2005-2009)

On distingue deux principales classes de dispositifs technologiques. Les interfaces tactiles stimulent (généralement de façon directe) la perception cutanée ; dans les cas les plus simples, la stimulation peut consister en une simple vibration (ex. téléphones portables) ou bien s’appuyer sur des dispositifs plus complexes (ex. fondés sur une grille de picots) permettant de produire des variations spatiales et temporelles distinctes afin de créer un répertoire d’icônes tactiles (photo 3).

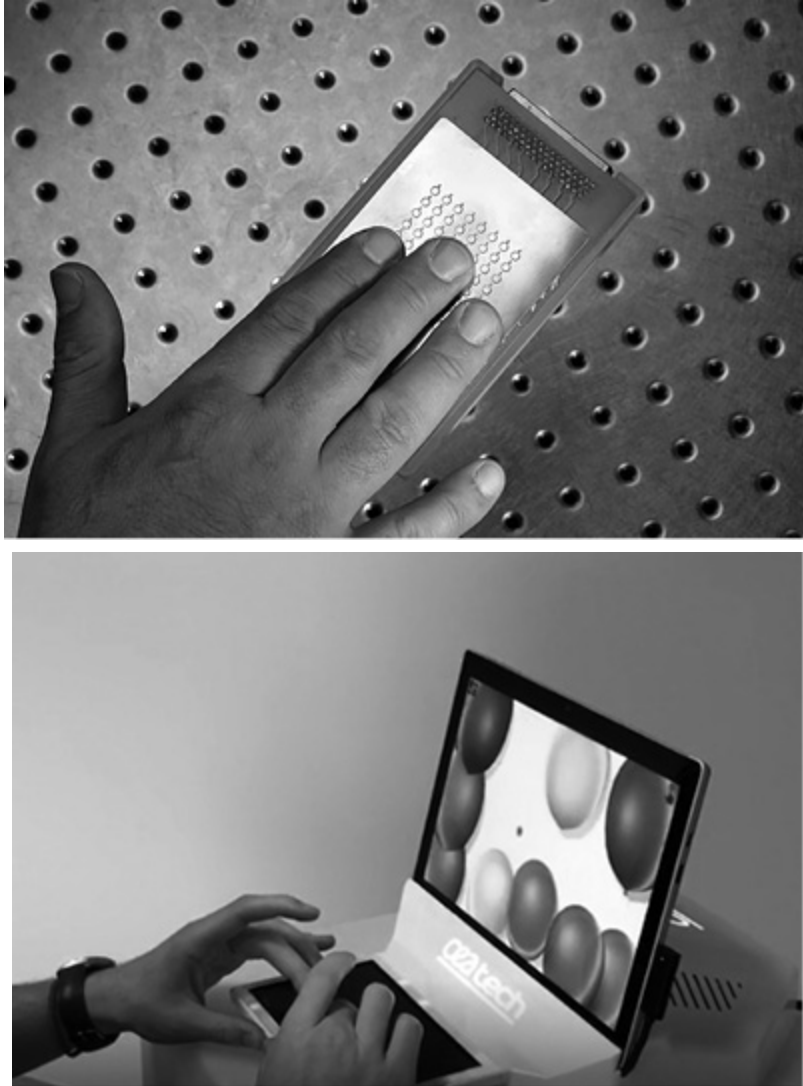


Photo 3 – Deux exemples de dispositifs vibro-tactiles utilisant a) des micro-actionneurs ou b) des actionneurs piezzo-électriques (crédit © CEA List)

Ce type d'interface est considéré comme particulièrement utile et efficace lorsqu'il s'agit d'alerter l'utilisateur au cours d'une tâche critique sans solliciter le canal visuel. Les interfaces haptiques s'adressent plus largement à la proprioception de façon à recréer une information de force et de mouvement au cours d'une activité sensori-motrice. Les systèmes peuvent être fixes (ex. bras à retour d'effort) ou bien portés par l'utilisateur. Ce type d'interface est utile lorsque la tâche nécessite une coordination œil-main précise (ex. chirurgie, télémanipulation) ou requiert un cadre spatial de référence égocentré.

Intégration et transfert intermodaux : deux pistes pour innover en interaction humain-ordinateur

Deux axes principaux de développement s'ajoutent aux précédents. D'une part, il s'agit de mieux connaître et exploiter les interrelations entre la perception haptique et la vision ou l'audition, par exemple pour créer des illusions haptiques fondées sur le visuel. En effet, améliorer l'expérience utilisateur et l'interaction avec la réalité virtuelle et augmentée reste un enjeu pour l'ergonomie de ces technologies émergentes. D'autre part, les dispositifs de substitution sensoriels permettent d'étudier la perception et de proposer de nouvelles assistances pour la réhabilitation de certains déficits sensoriels ainsi que dans le cadre des « interfaces cerveau-machine ».

Bibliographie



Hatwell, Y., A. Streri, A. et Gentaz, E. (2000). *Toucher pour connaître : Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. Paris : PUF.

Hale, K.S. et Stanney, K.M. (2004). Deriving haptic design guidelines from human physiological, psychophysical, and neurological foundations. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 24(2), 33-39.

👁️ *Capacités sensorielles, perceptives, cognitives, physiques. Coordination des processus sensori-moteur et cognitif. Contrôle de l'activité. Handicap et pouvoir d'agir. Réhabilitation. Technologies émergentes.*