

## **Haptic Feedback Enhances Force Skill Learning** **Dan Morris, Hong Tam, Federico Bardagli, Timothy Chang and Kenneth Salisbury**

### **1. Contexte général du problème**

#### **1.1. Domaine**

Cet article traite un sujet de la réalité virtuelle et l'interaction homme machine, il présente une technique d'interfaçage avancé qui est la perception haptique. La technologie haptique est la technique qui consiste à interagir avec l'utilisateur via l'application d'une force particulière qui a le sens du toucher. Cette simulation mécanique peut être utilisée pour assister dans la création des objets virtuels et pour contrôler des machines à distance dans l'industrie ou dans des systèmes d'apprentissage des techniques chirurgicales ou autres.

#### **1.2. Problème**

Le problème étudié dans l'article est de l'estimer l'impact du retour haptique sur la capacité d'apprendre une fonction motrice théorique qui nécessite le rappel d'une séquence de force. Cette estimation va pouvoir nous aider à déterminer le moyen le plus précis d'apprentissage haptique, visuel ou visio-haptique.

### **2. Sous problème, approche**

#### **2.1. Sous problème**

Le sous problème consiste alors à mesurer et analyser les performances de quelques participants dans une expérience afin de déterminer le meilleur moyen d'apprentissage.

#### **2.2. Approche**

Afin d'atteindre le but souhaité des participants, qui sont douze droitiers dont neuf hommes et trois femmes âgés entre 19 et 21 ans, sont présentés à une séquence de forces via trois modalités d'apprentissage : visuelle, haptique et visio-haptique. On leur demande ensuite de reproduire ces forces alors qu'ils sont déplacés passivement sur une trajectoire spatiale qui est présentée aussi visuellement. Chaque participant est demandé à refaire la manipulation 72 fois, avec une pause de 10 minutes après chaque 36 essais pour éviter la fatigue. Toutes les données de l'expérience sont enregistrées sur un disque externe pour d'éventuelles analyses.

### **3. Intérêt de l'approche, motivation**

#### **3.1. Contexte d'utilisation, qui fait quoi**

Tout au long des expériences une machine haptique (Omega 3-DOF force-feedback device) est chargée de fournir la force exercée aux utilisateurs qui utilisent leurs mains pour effectuer les expériences tout en mettant leurs coudes sur la table. Les données sont analysées par des machines dual-core 2GHz, Windows Xp et munies de logiciel développé en C++ en utilisant le CHAI Toolkit (Voir référence à l'article), le logiciel est disponible à téléchargement (voir Appendix A pour les informations de téléchargement).

### 3.2. Intérêt de l'approche

Cette approche permet de comparer 3 différents modes d'apprentissage (visuel, haptique et visio-haptique) et de comparer leur impacts sur l'efficacité de l'apprentissage. Les techniques utilisées dans l'expérience facilitent les récoltes des données, le traitement automatique des données par des ordinateurs augmente la précision et facilite le traitement d'un grand nombre de données. L'implication de personnes pour les expériences permet d'avoir des données plus consistantes.

### 3.3. Motivation

La technique d'apprentissage étudiée joue un rôle important dans l'enseignement de compétences physique, comme la chirurgie ou le pilotage de machine, la détermination du meilleur mode d'apprentissage permettra donc d'améliorer les techniques d'apprentissage qui sont déjà basé sur ces modes (haptique, visuel et visio-haptique) en favorisant une au dépit de l'autre selon l'apprenti, l'outils utilisé ou le domaine d'application. Ceci permettra aussi de personnaliser ces modes d'apprentissage pour les faire adapter aux particularités du sujet qui les subit ou du domaine d'application.

## 4. Contributions

Cet article cherche à utiliser le retour haptique afin d'apprendre un modèle de motricité qui nécessite un rappel d'une séquence de force, après on cherche à déterminer le meilleur mode d'apprentissage (haptique, visuel et visio-haptique). Le retour haptique c'est simuler les effets du système de contrôle en appliquant une force à l'utilisateur identique à la force du système réel. C'est ce qu'on appelle le retour haptique. Un exemple très connu de ces systèmes c'est les systèmes d'apprentissage des techniques chirurgicales.

L'expérience qui a été mené dans cette démarche consiste à faire subir 12 participants 3 blocs d'essai représentant 3 modeles (haptique, visuel et visiohaptique), ensuite les données enregistrées sont analysées et les courbes des forces appliquées par les participants sont comparées aux celles des modèles de forces en appliquant des filtres basse bas. L'analyse des résultats montre que les participants ont présenté un taux d'erreur plus faible avec la méthode d'apprentissage visiohaptique. Le but de ces expériences c'est d'évaluer l'impact du retour haptique sur le processus d'apprentissage, ceci permettra éventuellement d'améliorer les techniques d'apprentissage et de choisir le mode (haptique, visuel et visio-haptique) le plus approprié et la contribution de chaque mode dans le processus globale de ce type d'apprentissage.

## 5. Travaux liés et Point distinctifs

### 5.1 Travaux liés

[3] C. Basdogan, C. Ho, M.A. Srinivasan. Virtual...

[9] D. Morris, C. Sewell, N. Blevins, F. Barbagli, K...

[19] R. Webster, R. Haluck, G. Zoppetti, A. Benson, J. Boyd...

Le retour haptique est devenu une technique intégrale pour beaucoup de systèmes de simulation, en particulier les systèmes d'apprentissage des techniques chirurgicale.

[22] P. Youngblood, S. Srivastava, M. Curet, L. Heinrichs, P...

[8] M.G. Jones, A. Bokinsky, T. Tretter, A. Negishi. A...

Les environnements de simulations contribue à l'apprentissage des techniques motrices réelles et à la perception des formats des objets virtuels.

[1] R.J. Adams, D. Klowden, B. Hannaford. Virtual Training...

Il n'y a pas vraiment d'apprentissage à partir du retour haptique pour les tâches d'assemblage manuelles.

[5] D. Feygin, M. Keehner, F. Tendick. Haptic Guidance...

[20] R.L. Williams, M. Srivastava, R. Conaster, J.N. Howell...

Le rendu haptique est souvent utilisé pour reproduire une force relative à une interaction réelle mais il peut être utilisée comme un canal pour la présentation de modèles de moteur que l'utilisateur est prévu pour internaliser et rappeler plus tard, c'est ce qu'on appelle « haptic guidance » ou (orientation haptique). Cette technique est appliquée dans des systèmes de simulation médicale.

[13] J. Patton, F.A. Mussa-Ivaldi. Robot-Assisted Adaptive...

Employer implicitement une version de la technique du « haptic guidance » permettent aux utilisateurs de s'adapter à un mouvement de perturbation dans le but d'enseigner une contraire motion.

[6] R.B. Gillespie, M. O'Modhrain, P. Tang, D. Zaretzky, C...

En revanche, l'utilisation d'une approche similaire à enseigner une compétence de contrôle moteur, et n'a pas permis de trouver beaucoup d'avantages de la formation haptique, bien que la formation ne touchent que la stratégie des participants utilisent lors de l'exécution des tâches motrices dans le monde réel.

[7] F. Huang, R. B. Gillespie, A. Kuo. Haptic Feedback...

Les participants ont excité un oscillateur virtuel ayant un retour visuel, haptique, ou visuohaptique, l'expérience a montré que le retour visuohaptique est supérieur aux autres modalités.

[12] M.K. O'Malley, A. Gupta, M. Gen, Y. Li. Shared...

L'ajout de contraintes haptique offre beaucoup d'avantages à la fois à l'exécution et à l'apprentissage des modes de circulation.

[17] G. Tholey, J. Desai, A. Castellanos. Force Feedback....

[18] C. Wagner, N. Stylopoulos, R. Howe. The Role Of...

Jusqu'à présent un petit nombre de travaux ont démontré l'habileté du rendu haptique à faire apprendre une séquence précise de forces appliqué à un utilisateur alors que ce dernier bouge le long d'une trajectoire dans l'espace. Ce type d'apprentissage est pertinent aux tâches sensibles aux forces, aux tâches guidées visuellement, en particulier, incluant de nombreuses procédures chirurgicales.

[21] Y. Yokokohji, R. Hollis, T. Kanade. Toward Machine...

L'utilisation des forces s'opposant aux forces nécessaires pour une tâche de manipulation d'un objet, mais cette approche était jugée inefficace pour les tâches qu'ils ont évaluées.

[16] G. Srimathveeravalli, K. Thenkurussi. Motor Skill...

Le retour haptique a été utilisée pour enseigner aux utilisateurs de reproduire des modèles de forme et de force, mais il a été trouvée un bénéfice insignifiant du retour haptique pour l'apprentissage de forme, et pas de bénéfice de tout pour l'apprentissage de force.

## 5.2. Point distinctifs

Les autres expériences montraient que l'introduction d'information de force dans le processus d'apprentissage diminue l'erreur dans le rappel des informations de position et augmente l'erreur de rappel de force et la tâche qu'ils exploraient été plus complexe puisque les participants ont été demander de se

rappeler de la force et de la position dans des degrés de libertés différentes, alors que notre expérience se base sur le rappel de la force uniquement et sur un seul axe. Aussi les autres expériences utilisaient des machines avec moins de gamme de liberté et les participant avait moins de liberté de mouvement.

## 6. Perspectives

Les travaux futurs comprendront l'évaluation des capacités des utilisateurs à transférer des compétences sensibles aux forces du simulateur à la réalité.

En outre, de nouvelles expériences sont à faire pour étudier le rôle joué par l'information visuel et haptique dans le paradigme de formation visuohaptique combiné. Cette étude a été conçue pour évaluer l'efficacité globale de chaque paradigme des modes de formation (visuel et haptique), ces expériences nous permettront de déterminer si certains composants de fréquence des modèles de la force étudiée sont transmis par l'intermédiaire d'une modalité ou de l'autre.