

Rapport d'évaluation d'un mémoire de maîtrise

Nom de l'étudiant¹ : Charles du TREMBLAY

Date : 15 - 06 - 09

Nom de l'examineur : Marielle MOKHTARI, Ph.D.

Titre du mémoire : Interactions haptiques et applications de simulation à l'aide de *CyberGloves*TM

Signature :

Retournez le rapport complété sous forme électronique à fes@fes.ulaval.ca (l'adresse d'origine du courriel fait alors foi de signature) ou, en version imprimée et signée, à Faculté des études supérieures, Pavillon Jean-Charles-Bonenfant Université Laval, Québec (Québec) G1K 7P4 Canada

JUGEMENT D'ENSEMBLE

Au besoin, consultez les renseignements à l'intention des membres du jury d'un mémoire de maîtrise.

Cocher un des trois jugements.

Le mémoire est acceptable et je le considère

excellent

très bon

bon

passable

Le mémoire répond aux objectifs d'un mémoire de maîtrise et ne comporte pas de déficiences sur le plan scientifique qui en invalident la démarche ou dont la correction nécessiterait la refonte de l'une ou de l'autre de ses parties. Des corrections sont énumérées dans le rapport détaillé. *Dans ce cas, le candidat apportera à son mémoire les corrections demandées par les examinateurs avant le dépôt final.*

Le mémoire ne sera acceptable qu'après révision satisfaisante.

Le mémoire requiert des améliorations ou corrections importantes énumérées dans le rapport détaillé.

Le mémoire est inacceptable

¹ Dans le présent document, le masculin est employé à titre épiciène.

Le mémoire ne répond pas aux exigences d'un mémoire de maîtrise. Il comporte des déficiences sur le plan méthodologique qui l'invalident totalement. Les déficiences sont présentées dans le rapport détaillé.

RAPPORT DÉTAILLÉ

Première section – méthodologie de la recherche

Le mémoire est-il, dans son ensemble, structuré de façon cohérente? Les questions examinées ont-elles été définies avec clarté? Le mémoire témoigne-t-il d'une connaissance suffisante de la documentation pertinente au sujet traité? La méthodologie de la recherche est-elle décrite avec suffisamment de précisions pour permettre à la lectrice ou au lecteur de refaire, s'il le désirait, le cheminement de l'étudiante ou de l'étudiant (réflexion, observation, expérimentation)? La méthodologie de recherche semble-t-elle avoir été appliquée de façon suffisamment rigoureuse? En tenant compte du domaine du savoir concerné, décèle-t-on un manque de rigueur dans le traitement des sources et des données et dans l'analyse des résultats?

L'objectif des travaux de recherche entrepris dans cette maîtrise consiste à étudier / évaluer le matériel *haptique* disponible au Laboratoire d'immersion virtuelle localisé à R&D pour la défense Canada - Valcartier, c.à.d. les gants de données de type *CyberGloves™*, le dispositif de retour de force *CyberGrasp™* et le traqueur de mouvement *IS-900* (*chapitres 1 et 2*). Après leur présentation en détails, leur évaluation et leur comparaison à des produits similaires disponibles sur le marché, l'auteur a développé des algorithmes permettant de les exploiter au mieux dans des contextes différents, le premier lié au commandement et contrôle et le second lié à l'interface de locomotion NELI développée conjointement par le Laboratoire de robotique (départ. de Génie mécanique, Univ. Laval) et le Laboratoire de vision et systèmes numériques (départ. de Génie électrique et de génie informatique) (*chapitre 3*).

L'*Introduction* faite à ce mémoire de maîtrise est bien courte malheureusement. L'auteur ne fournit pas au lecteur un avant-gout très raffiné, tout cela est présenté bien sèchement, les préliminaires ne durent pas. Le lecteur reste sur son appétit... Il aurait pu être alléché par une explication (agrémentée de photos), par exemple, de ce qu'est le Laboratoire d'immersion virtuelle (LIV), des éléments qui le composent (*FLEX™*...), de ce qu'est le projet NELI, la plateforme de marche associée... De plus, il aurait été intéressant que le mémoire soit introduit chapitre par chapitre, ingrédient par ingrédient. C'est un peu comme manger chez *MacDonalds* vs au *Panache*...

Page 7 – L'auteur parle « des différentes interfaces d'affichage (visuelles, auditives, haptiques, etc.) », le terme « affichage » est peut-être mal choisi car il fait essentiellement référence à visualiser, le terme « interface » peut être utilisé seul.

Le *Chapitre 1* est divisé en deux parties distinctes, d'un côté les interfaces dites haptiques et de l'autre les métaphores d'interaction entre ces interfaces et l'environnement virtuel dans lequel un usager, instrumenté de ces interfaces, évolue. La première partie dédiée aux interfaces haptiques est elle-même scindée en trois sous-parties, l'une consacrée aux gants de données, la seconde aux traqueurs de mouvement et la dernière aux dispositifs de retour de force. Dans chacune, l'auteur effectue une revue de l'état de l'art des dispositifs (incluant ceux possédés par le LIV), puis effectue une comparaison afin de montrer la pertinence du matériel du LIV selon les besoins définis. Pour chaque « matériel »

présenté, il aurait été intéressant de savoir quels types d'application sont visés, dans quels types d'application « le matériel » est utilisé. Le *Tableau 1.1* de la page 18 est un bon récapitulatif sur les gants de données étudiés. Ce type de tableau aurait pu être réalisé pour les traqueurs comme pour les dispositifs à retour de forces. Dommage! La dernière partie de ce premier chapitre est consacrée aux différents types d'interactions que l'utilisateur peut avoir avec les objets peuplant l'environnement virtuel et avec l'environnement virtuel lui-même. L'auteur fait une brève revue des métaphores liées à la manipulation, la navigation et les commandes au système. Les métaphores étudiées sont celles qui font référence au port d'un seul gant de données. Aucune métaphore impliquant deux gants de données n'a été envisagée. La métaphore de sélection (désignation + validation de la désignation) est englobée dans les métaphores de manipulation. Ce qui est dommage car même si les techniques développées s'apparentent à celles liées aux métaphores de manipulation, les méthodes de base diffèrent.

Page 13 – Serait-il possible d'envisager différents algorithmes de calibrage du *CyberGloveTM*, chacun étant étroitement lié à une catégorie d'applications?

Page 23 – L'auteur écrit « ..., mais certains dispositifs créent une redondance de l'information afin d'augmenter la précision des lectures. », à quoi fait référence le terme « redondance », est-ce que cela signifie que chaque degré de liberté est décrit aussi bien par l'accélération que par la position angulaire (selon les trois axes)?

Page 28 – Dans la section « Étude comparative », l'auteur fait référence au *Rutgers Master II-ND* mais ce dispositif ne fait partie d'aucune catégorie définie dans les sections précédentes?

Le *Chapitre 2* (le plus long du mémoire de maîtrise) est lui aussi scindé en deux parties, la première est entièrement consacrée au matériel haptique disponible au LIV et la seconde est dédiée aux logiciels nécessaires à leur bon fonctionnement. Le première partie de ce chapitre débute par la présentation détaillée du gant de données *CyberGloveTM* en soulignant ses points forts et ses points faibles. Une attention particulière est apportée au calibrage du gant qui étant donné le nombre élevé de capteurs le composant n'en ait que plus difficile à calibrer (le pouce en est un exemple flagrant). Deux procédures sont décrites, une première automatique permettant un calibrage rapide du gant (par reconnaissance de quatre gestes) mais moins précis alors que la seconde, qui est manuelle permet un calibrage plus précis mais aussi plus long à réaliser. Par la suite, l'auteur présente rapidement le système de repérage IS-900, peu de choses étant à mentionner. Enfin, l'auteur conclue cette première partie en s'attardant sur le *CyberGraspTM*, le dispositif à retour de force. De la même manière que pour le *CyberGloveTM*, l'auteur passe en revue les caractéristiques générales du dispositif, son non-calibrage pour les besoins visés, puis s'attarde sur la théorie d'application de forces sur la main et sur la correction de la consigne par lissage des forces ou par son asservissement à l'aide d'un correcteur PID. Encore une fois, il aurait été intéressant de connaître les diverses applications qui utilisent ce dispositif (une revue de littérature à ce sujet aurait été pertinente). La seconde partie de ce chapitre décrit les bibliothèques utilisées. La première, VHT, est imposée par l'utilisation des trois dispositifs sous étude. L'auteur énumère les diverses fonctionnalités de la bibliothèque, les évalue et établit celles qui sont peu adaptées à nos besoins et qui doivent être prises en charge par d'autres bibliothèques. La seule fonctionnalité conservée étant celle permettant la gestion du matériel. Par la suite et pour clore le chapitre, l'auteur présente Newton Game Dynamics, la bibliothèque utilisée pour palier aux fonctionnalités non adéquates de VHT.

Page 51 – Je pense que ce n'est pas la première fois que je pose cette question mais quelle est l'utilité du *CyberGraspTM* lorsque utilisé seul (sans gant de donnée)? Quelles sont les situations / applications qui nécessitent l'usage du *CyberGraspTM* seul?

Page 53 – Dans la section « Théorie d'application des forces sur la main », l'auteur fait référence au

terme « consigne » pour la première fois si je ne m'abuse mais sans vraiment le définir. Est-ce que consigne signifie « valeur prescrite à une grandeur dans un dispositif de commande »?

Page 55 –

1. Dans la section « Correction de la consigne », l'auteur stipule que trois méthodes de correction de consigne ont été définies, la première implique un correcteur PID et une boucle de rétroaction, la seconde implique le lissage des forces et enfin la dernière serait un hybride des deux précédentes... Les deux premières font l'objet des sous-sections 2.1.3.5 et 2.1.3.6 (dans l'ordre inverse) mais la dernière ne semble faire l'objet d'aucune sous-section... À corriger. De plus, les sous-sections 2.1.3.5 et 2.1.3.6 devraient plutôt être numérotées 2.1.3.4.1 et 2.1.3.4.2, cela serait plus logique.
2. Dans la section « Lissage simple des forces », l'auteur n'introduit pas le « modèle à relâche rapide ».

Page 58 –

1. Quelles conclusions devons-nous tirer de la section 2.1.3.5, quelle est la meilleure méthode de lissage? Dans quelles circonstances?
2. Un peu de misère avec l'expression « affichage haptique »... Est-ce vraiment l'expression la plus appropriée?

Le **Chapitre 3** est dédié aux algorithmes / outils développés pour tester les dispositifs étudiés. L'introduction à ce chapitre, les deux premiers paragraphes du chapitre, est un peu chaotique, et on a un peu de mal à s'y retrouver. Dans la première partie de ce troisième chapitre, l'auteur présente les modèles conceptuels, aussi bien « visuels » que « haptiques », de la main et du pied (pour la plateforme de marche NELI en particulier). Puis par la suite, l'auteur décrit les algorithmes de détection et de reconnaissance de gestes qu'il a développés, plus particulièrement ceux liés aux gestes statiques (les gestes dynamiques étant un sujet peu couvert). Enfin pour terminer cette partie, la gestion de l'environnement virtuel et du monde haptique est abordée, peu de chose étant à dire à ce sujet. La deuxième partie de ce chapitre est consacrée aux interactions en tant que tel. L'auteur présente, pour le *CyberGloveTM*, les métaphores développées aussi bien pour la sélection / manipulation d'objets, que pour la navigation (petit et long déplacements) et les commandes au système. Et enfin, il termine par la présentation des divers algorithmes développés en lien avec le retour de force... La seconde partie de ce chapitre est extrêmement intéressante mais, mon dieu qu'elle est touffue, difficile à lire, en particulier les sections dédiée (1) à la manipulation d'objets virtuels (section 3.2.2.1) et (2) au retour de force, plusieurs pages de pur concentré... Un grand nombre d'information est répartie sur peu de pages mais pas de graphiques / d'images / de tableaux pour soutenir les écrits. C'est vraiment dommage, cela gâche tout.

Page 80 – Dans le texte, aucune référence n'est faite au *Tableau 3.1*. Et par conséquent aucune explication n'est fournie à son sujet.

Page 82 – Dans la sous-section 3.1.3.2.1, l'auteur stipule que le module divise les objets du monde virtuel en 5 groupes mais seulement quatre sont présentés. Où est le sol?

La **Conclusion** est aussi courte que l'introduction. Des perspectives d'avenir seraient les bienvenues.

Page 113 - [Drolet2007] devient [Drolet2008].

Deuxième section – qualité de la présentation

Le style est-il clair et précis? Les illustrations et tableaux sont-ils pertinents, informatifs et bien conçus? Dans son ensemble, le texte témoigne-t-il d'un souci de correction grammaticale et typographique, incluant les règles de présentation de la Faculté des études supérieures? Les références bibliographiques sont-elles exactes, complètes et présentées selon les normes appropriées au domaine concerné?

Le travail présenté par l'auteur est un excellent travail. Le mémoire est bien écrit, assez facile à lire, parfois un peu technique mais cela démontre que l'auteur connaît son sujet. Le seul reproche mais je l'ai déjà mentionné, c'est le manque d'exemples concrets pour certaines descriptions de dispositifs. Utiliser l'acronyme EV pour environnement virtuel dans le mémoire. Plusieurs notes de page devraient être insérées à la liste des références (en particulier, celles qui renvoient à des sites web). L'auteur emploie sans distinction les termes « senseur » et « capteur », le terme « senseur » devrait être éliminé car c'est une mauvaise traduction du terme anglais « sensor ».

Correction de la langue (corrections grammaticale et typographique) : la copie du mémoire annotée a été remise à l'étudiant.

Troisième section – commentaires généraux

Parmi les mémoires de maîtrise que vous avez évalués ces dernières années, comment se situe celui-ci? À la lumière de ce mémoire, l'étudiante ou l'étudiant est-il apte à entreprendre des études de doctorat? Y a-t-il d'autres commentaires qui peuvent être utiles à l'étudiante ou à l'étudiant?