



HAL
open science

Interagir avec l'ordinateur en utilisant les gestes de la main . Application à la stimulation physique et cognitive sur les sénieurs

Frédéric Bousefsaf, S. Atarodi, Alain Pruski, Anna-Maria Berardi

► To cite this version:

Frédéric Bousefsaf, S. Atarodi, Alain Pruski, Anna-Maria Berardi. Interagir avec l'ordinateur en utilisant les gestes de la main . Application à la stimulation physique et cognitive sur les sénieurs. Sciences et Technologies pour le Handicap, 2013, 5 (1), pp.25-41. <hal-01346727>

HAL Id: hal-01346727

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01346727v1>

Submitted on 20 Feb 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Interagir avec l'ordinateur en utilisant les gestes de la main

Application à la stimulation physique et cognitive chez les seniors

Frédéric Bousefsaf* — **Siavash Atarodi**** — **Alain Pruski***** — **Anna Maria Berardi******

*Laboratoire d'Automatique humaine et de Sciences Comportementales
Université de Lorraine
7 rue Marconi
57070 Metz*

* *frederic.bousefsaf@univ-lorraine.fr*

** *siavash.atarodi@univ-lorraine.fr*

*** *alain.pruski@univ-lorraine.fr*

**** *anna-maria.berardi@univ-lorraine.fr*

RÉSUMÉ. Les personnes âgées utilisent de plus en plus les nouvelles technologies et plus particulièrement les ordinateurs. Des périphériques comme la Wiimote de Nintendo ou encore la Kinect de Microsoft permettent d'interagir avec l'ordinateur via les gestes de la main. Cet article décrit une étude qui permet d'examiner l'intérêt du geste de la main comme moyen d'interaction avec l'ordinateur pour les seniors. Nous avons développé en laboratoire une application à la stimulation physique et cognitive composée d'une interface et d'un jeu sérieux contrôlé par les mouvements et le geste de la main. Les opinions et points de vue ont été recueillis auprès de 12 personnes âgées et analysés à travers un questionnaire.

ABSTRACT. Nowadays, elderly people are more and more in touch with new technologies and particularly with computers. Interaction with this kind of system is now possible with hand gestures, thanks to devices like Nintendo's Wiimote or Microsoft's Kinect for example. In this paper, we propose to examine the interest of the seniors to interact on computers with hand gestures as the interaction modality instead of the traditional mouse and keyboard. We have developed in our laboratory an application dedicated to physical and cognitive stimulation, made up of an interface and a serious game. Both are controlled by hand movements and hand gestures. Opinions and feelings were collected and compiled in a questionnaire made with the cooperation of a psychologist on a set of 12 subjects.

MOTS-CLÉS : Interaction homme-machine, gestes de la main, seniors, stimulation physique et cognitive

KEYWORDS: Human machine interface, hand gestures, elderly people, physical and cognitive stimulation.

1. Introduction

Les humains utilisent naturellement les gestes pour s'exprimer et communiquer. Ces derniers peuvent être réalisés par une partie du corps (bras et main) et sont utilisés instinctivement pour compléter la communication verbale. Les enfants communiquent intuitivement et naturellement avec les gestes avant même de savoir parler par exemple. De nos jours, nous utilisons les gestes de la main pour commander une machine ou un système sans aucun matériel mécanique en utilisant des périphériques comme les caméras numériques. Il existe plusieurs types de gestes réalisables par différentes parties du corps (bouche, tête). La majorité des travaux de la littérature axent leur recherche sur les gestes de la main, qui sont classés suivant différentes catégories (Edwards, 1997) et classes (Harling *et al.*, 1997).

La commande d'interface par les gestes est sujette à de nombreux travaux depuis les années 1980 et des études (Bhuiyan *et al.*, 2009) résument les applications et conclusions de ces recherches. On retrouve ce type de commande dans des applications à la domotique (Hattori *et al.*, 2008) ou encore pour interpréter des comportements dans le cadre de la santé et de la surveillance vidéo (Kaaniche, 2009). Dans le cas des thérapies par la réalité virtuelle, des recherches utilisant ce mode de communication ont été menées, notamment lors de thérapies pour la réhabilitation des combattants de guerre (Wiederhold *et al.*, 2006). Les auteurs expliquent que cette dernière est plus rapide et plus complète en utilisant la réalité virtuelle et les jeux vidéo interactifs spécifiquement. En stimulation physique, ces systèmes sont utilisés à fin de réhabilitation post-traumatique (Duncan, 2011) à l'aide de périphérique comme l'EyeToy de Sony, ou encore la Kinect de Microsoft.

L'utilisation d'une tablette tactile ou d'une Wiimote permet d'analyser des gestes de dessins (Conseil, 2008) tandis que des gants de données ou des périphériques de vision (caméras) sont utilisés pour analyser des gestes de la main. Ces systèmes plus précis tiennent compte de l'orientation de la main ou encore de la position des doigts.

L'extraction (segmentation) et le suivi de la main peuvent se faire selon des critères de couleur (Bencheriet *et al.*, 2007) de mouvement (Benezeth *et al.*, 2008) ou encore via l'algorithme proposé par Viola & Jones (Viola *et al.*, 2001) adapté à la main (Chen *et al.*, 2007).

La reconnaissance des gestes (classification) est réalisable via des réseaux de neurones (Maung, 2009), les HMM qui sont souvent utilisées pour reconnaître les gestes de la langue des signes (Chen *et al.*, 2003) ou encore les SVM (Kaaniche, 2009).

Une utilisation de ce type de modalité à domicile est aujourd'hui envisageable, en particulier grâce à certains systèmes accessibles au grand public (webcam, Kinect). Cette modalité apparaît, à première vue, plus naturelle et intuitive que les périphériques traditionnels (souris, clavier) pour les seniors qui n'ont jamais utilisé d'ordinateur. A notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée pour évaluer l'intérêt de ce type de modalité sur les personnes âgées.

Cet article est divisé en trois parties. Nous aborderons dans un premier temps l'aspect « technique » de l'application que nous avons développée, avec des détails sur les algorithmes et les méthodes utilisées, ainsi que des illustrations sur le résultat final. La seconde partie est, quant à elle, centrée sur les expérimentations et les résultats de l'étude. Nous clôturerons ce papier par une discussion et une conclusion sur ce travail.

2. Développement de l'application

2.1. Présentation

Nous avons développé une application ludique qui permet aux personnes âgées de « jouer » sans se lasser. L'objectif premier est que l'utilisateur maintienne son envie en prenant du plaisir et en s'impliquant dans le jeu. Nous avons donc conçu un jeu sérieux qui utilise le mouvement et le geste de la main afin d'augmenter l'immersion et l'implication de l'utilisateur.

Le jeu vise principalement les capacités d'attention, de recherche et de concentration de l'utilisateur. Ce dernier doit ici déplacer des objets (des fruits et légumes) d'une couleur particulière dans des corbeilles à l'aide de sa main. Le but est de faire correspondre les couleurs, comme déplacer une banane dans la corbeille de couleur jaune par exemple.

L'utilisateur doit passer de la main ouverte à la main fermée pour prendre un objet virtuel et garder la main fermée pour le déplacer. Toujours composée d'une succession de gestes simples, l'action « lâcher » est complémentaire à l'action prendre en passant de la main fermée à la main ouverte.

Le niveau de difficulté est augmenté en incrémentant le nombre d'objets par essai et en introduisant des effets perturbateurs. L'utilisateur peut ainsi sélectionner des niveaux avec des corbeilles ou la couleur est indiquée via un effet Stroop (Stroop, 1935). Les fruits et légumes passent en niveau de gris pour les difficultés les plus élevées. Nous noterons aussi que les objets et corbeilles sont générés aléatoirement à chaque nouvel essai.

L'interface est entièrement contrôlée par le geste. L'utilisateur a la possibilité de « cliquer » sur des boutons et menus afin de régler la sensibilité des mouvements et la difficulté du jeu.

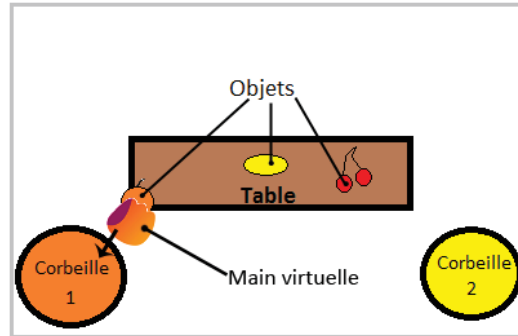


Figure 1. *Croquis de l'application. La main de l'utilisateur est représentée par une main virtuelle. Ce dernier doit prendre un objet de couleur (un fruit ou un légume) placé sur la table et le déposer dans la corbeille de couleur correspondante.*

Sur le croquis présenté en figure 1, l'utilisateur est en train de déplacer l'orange dans la corbeille 1. La main est représentée par un curseur virtuel qui s'anime différemment en fonction du geste réalisé. Ici l'utilisateur déplace l'orange le poing fermé.

Une seule caméra numérique est utilisée pour reconnaître la main et les gestes de l'utilisateur. La détection a été façonnée de manière à ce qu'elle soit peu sensible aux variations d'environnement (fond et éclairage) et peu sensible aux variations d'utilisateur (couleur de peau, forme de la main). Les postures (gestes statiques, comme laisser la main ouverte) et les gestes dynamiques (action de prendre un objet : passage de la main ouverte à la main fermée) sont différenciés dans l'application. Cette dernière n'utilise pas de marqueurs (pastilles de couleur) et peut fonctionner en présence de fonds complexes.

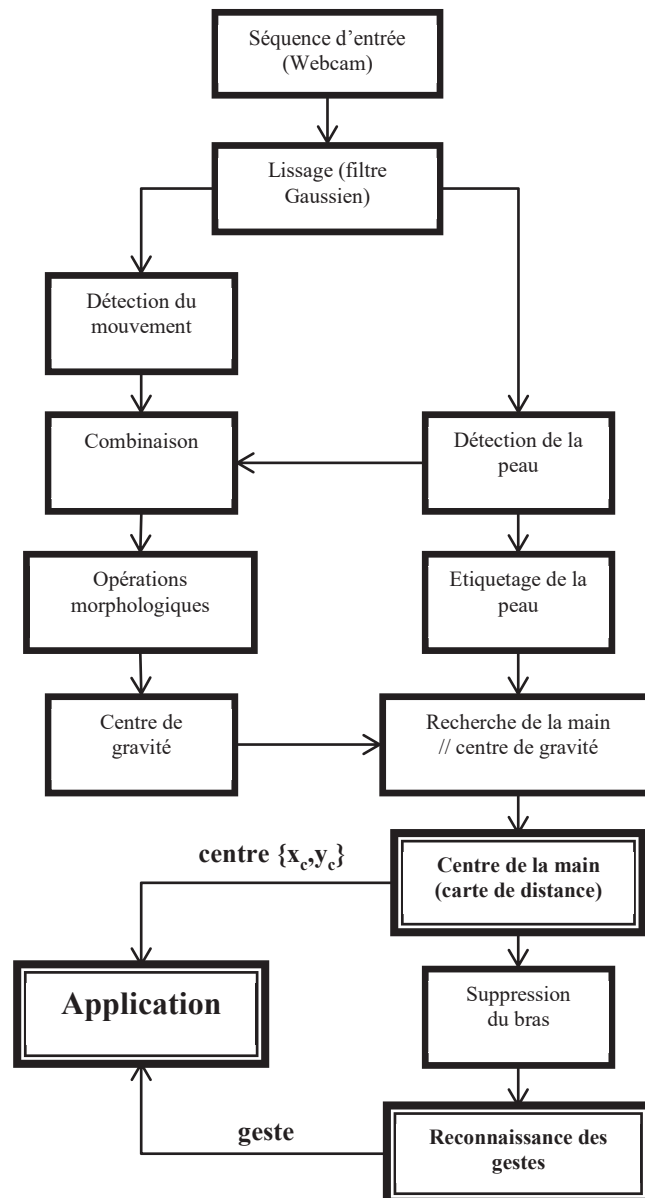


Figure 2. Analyse fonctionnelle de la chaîne segmentation de la main – reconnaissance des gestes. La main est segmentée selon des critères de mouvement et de couleur. La forme de la main est définie selon les sept moments de Hu (Hu, 1962). Les moments de la main de l'utilisateur sont comparés à ceux d'une base de données de référence pour reconnaître les gestes.

2.2. Détection et suivi de la main

Cette première étape permet de détecter et de suivre la main de l'utilisateur en utilisant l'image source arrivant de la caméra. Pour ce faire, une détection des pixels de la couleur de la peau est combinée (Chen *et al.*, 2003) à une détection de mouvement par une opération ET logique. Nous supposons ici que la main est l'objet de couleur de peau qui bouge le plus. Cet algorithme nous permet de respecter le temps réel et il n'est pas nécessaire d'utiliser un filtre pour prédire la prochaine position de la main.

2.2.1. Détection de la peau

La détection des pixels de couleur « peau » est réalisée en filtrant, grâce à un seuillage dans une plage particulière, l'image source. Des études (Phung *et al.*, 2005) comparant les différents espaces colorimétriques utilisables existent, un espace particulier ne fait cependant pas encore l'unanimité dans la littérature. Nous utiliserons l'espace YCrCb, qui obtient des scores de bonne détection plutôt satisfaisant dans la plupart de ces études. Ce dernier sépare la luminance Y des composantes chromatiques Cr et Cb. Voici les valeurs numériques des seuils utilisés :

$$P(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{si } \begin{cases} 140 \leq Cr(x,y) \leq 180 \\ 80 \leq Cb(x,y) \leq 130 \end{cases} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

L'image binaire résultante $P(x,y)$ contient uniquement des 1 lorsque la peau est présente, et des 0 a contrario (cf. figure 3). Le traitement se réalise sur tous les pixels (x,y) des composantes Cb et Cr. Des modèles adaptatifs (Soriano *et al.*, 2005) peuvent être réalisés pour améliorer la robustesse de la détection. Néanmoins, les caméras récentes intègrent maintenant la technologie TrueColor (Aulia, 2010) et ClearFrame, qui régulent automatiquement les couleurs ainsi que l'exposition et délivrent des images fines et détaillées même dans des situations où la luminosité est très faible.

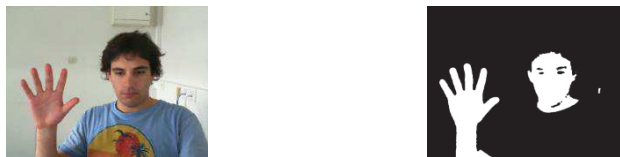


Figure 3. Segmentation des pixels par la couleur de la peau.

2.2.2. Détection du mouvement

La détection de mouvement se base sur une méthode récurrente dans la littérature : la différence d'images successives (Benezeth *et al.*, 2008). Cette méthode est ici appliquée sur la composante Cr de l'image et non pas en niveau de gris, afin de minimiser les parasites et maximiser les effets des mouvements du bras et de la main (cf. figure 4).

$$M(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } |Cr_t(x, y) - Cr_{t-1}(x, y)| \geq \text{seuil} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Avec $Cr_t(x, y)$ la composante Cr des pixels (x, y) de l'image source à l'instant t et $Cr_{t-1}(x, y)$ celle à l'instant $t-1$. Le seuil, qui peut être adapté en fonction de la luminosité, est choisi empiriquement dans notre cas. $M(x, y)$ correspond à l'image différenciée et seuillée.



Figure 4. Segmentation des pixels par mouvement.

2.2.3. Combinaison des deux méthodes

Une opération de combinaison est ensuite appliquée entre ces deux méthodes à l'aide d'un opérateur ET logique. Le but est d'isoler les éléments appartenant à la couleur de la peau et en mouvement. L'opération est appliquée bit à bit sur l'ensemble de l'image :

$$C(x, y) = P(x, y) \wedge M(x, y)$$

$P(x, y)$ est l'image issue de la détection de peau et $M(x, y)$ celle du mouvement. L'image résultante $C(x, y)$ est ensuite traitée à l'aide d'opérations morphologiques en vue de reconstituer la main. On récupère en dernière étape le centre de gravité de la forme segmentée.

2.2.4. Etiquetage

Lorsque l'utilisateur déplace sa main avec moins d'amplitude, le résultat de la combinaison n'est pas satisfaisant et la main est déformée voire non reconnaissable (cf. figure 5). La méthode d'étiquetage permet de garder l'utilité de la détection de mouvement tout en reprenant l'exactitude sur les formes de la détection de peau. Le centre de gravité de la combinaison est utilisé uniquement pour localiser l'endroit où la main est située dans l'image.



Figure 5. La main n'est plus détectable lors d'un mouvement de faible amplitude.

L'opération d'étiquetage des zones est réalisée sur la détection de la peau. Un indice est associé à chaque forme séparable, comme sur l'image centrale de la figure 6. La forme dans laquelle le centre de gravité de la combinaison (cf. 2.2.3.) est situé est isolée. La forme étiquetée qui est en mouvement et appartient à la couleur de la peau est maintenant connue. La méthode d'étiquetage délivre une forme nette et précise, nécessaire pour la reconnaissance de gestes par la suite (cf. figure 6 à droite).

$$I_r = \{i \text{ si } G_{combi} \in formes(i)\}$$

$$i = 1 \dots N_{formes}$$

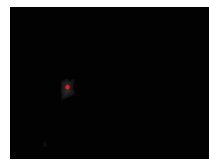
Avec I_r l'indice de la forme trouvée, $formes(i)$ la forme testée d'indice i , N_{formes} le nombre maximum de formes étiquetées et G_{combi} le centre de gravité calculé à l'étape de combinaison.



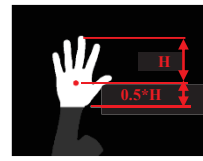
Figure 6. Etiquetage des zones. Les formes de la main sont conservées, même lorsque l'utilisateur déplace sa main avec moins d'amplitude. Le centre de gravité obtenu à l'étape de combinaison permet de connaître la zone en mouvement et de la couleur de la peau, ici numérotée « 1 » sur l'image du milieu.

2.2.5. Centre de la main et suppression du bras

Une carte de distance sur le résultat de l'étiquetage est appliquée pour retrouver le centre morphologique de la main. Le maximum d'intensité dans cette image correspond au centre de la main et ne dépend pas du bras. Ce point est enregistré pour réaliser le suivi de la main (cf. figure 7 à gauche). Une formule empirique est utilisée pour séparer le bras de la main (cf. figure 7 à droite) en prenant pour référence la distance H entre le centre morphologique et le haut de la main.



Centre morphologique



séparation bras/main

Figure 7. Le bras est séparé de la main grâce au centre morphologique de la main.

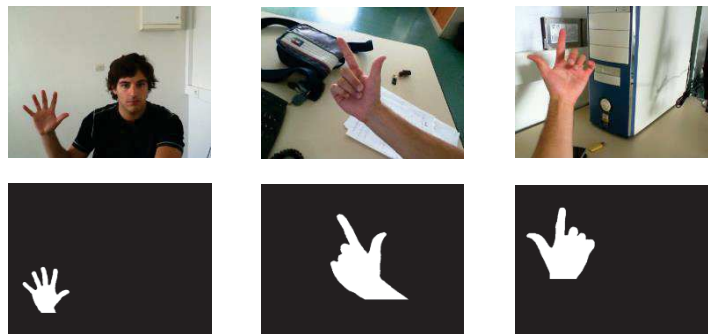


Figure 8. Quelques exemples de segmentation sous fonds simples et complexes.

2.3. Reconnaissance des gestes

2.3.1. Vocabulaire

Un ensemble de trois gestes statiques (postures) et trois gestes dynamiques est utilisé pour contrôler l'application, à la fois au niveau de l'interface que du jeu. Voici ci-dessous les catégories et fonctions retenues :







<i>Gestes</i>	<i>Catégories</i>	<i>Fonctions</i>
	Statique	Geste de repos (ne rien faire)
	Statique	Action de garder un objet pris
	Statique	Geste de pointage (interface)
	Dynamique	Action de prendre un objet
	Dynamique	Action de lâcher un objet
	Dynamique	Action de cliquer (interface)

Tableau 1. *Catégories et fonctions des gestes*

2.3.2. Extraction des caractéristiques

Les moments de Hu (Hu, 1962) de la main segmentée sont classifiés afin de reconnaître le geste à l'instant t . Les 7 moments sont invariants, à la fois en échelle, en orientation et en position. Afin de vérifier cette théorie et la possibilité d'utiliser ces moments, nous les avons calculés et comparés en utilisant une série d'images transformées par rapport à une de référence :

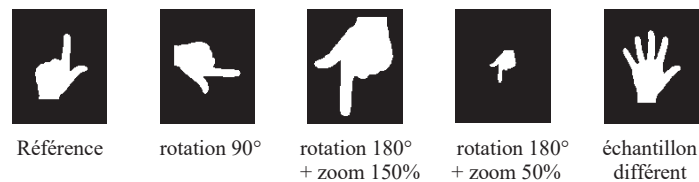


Figure 9. *Images utilisées pour vérifier l'hypothèse d'invariabilité des moments de Hu. Les quatre images de gauche doivent présenter des moments similaires. Les moments du geste différent (l'image la plus à droite) doivent être très différents des quatre autres.*

L'image la plus à gauche sur la figure 9 est l'image de référence, les 3 qui suivent sont des transformations numériques de cette dernière. Les moments de Hu de ces images doivent être identiques. L'image la plus à droite est un échantillon complètement différent. Une variation des moments doit dans ce cas être observée. La fonction d'erreur est calculée via la relation :

$$\varepsilon_j^i = |h_j^{ref} - h_j^i|$$

$i = 1 \dots 4$ (les 4 images transformées)

$j = 1 \dots 7$ (les 7 moments de Hu)

Avec :

ε_j^i l'erreur absolue entre le moment de Hu j de l'image i et celle de référence,

h_j^{ref} le moment de Hu j de l'image de référence,

h_j^i le moment de Hu j de l'image i .

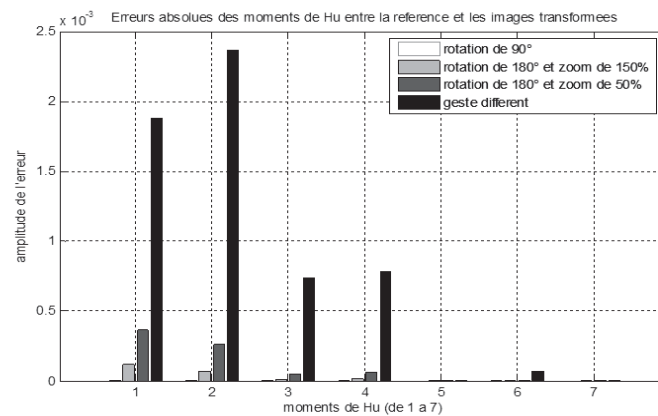


Figure 10. Erreurs absolues entre l'image de référence et les 4 images de tests sur les sept moments de Hu. Les trois images transformées numériquement présentent une erreur faible. L'image du geste différent « main ouverte » présente une erreur maximale. Les deux gestes peuvent être discriminés en utilisant les quatre premiers moments.

Pour conclure, nous constatons qu'une simple rotation et un zoom ne génèrent pratiquement pas d'erreur. On ressent bien dans ce cas l'invariance des moments en orientation et rotation. Le dernier cas (en noir sur la figure 10) affiche une erreur beaucoup plus importante pour un geste légèrement similaire mais malgré tout différent.

2.3.3. Classification des gestes

Nous n'utilisons pas d'algorithmes classiques de classification (HMM, réseaux de neurones, SVM...) mais un critère de tri qui nous permettra de comparer deux formes A et B afin d'obtenir leur **similitude** :

$$I(A, B) = \sum_{i=1 \dots 7} \left| \frac{1}{m_i^A} - \frac{1}{m_i^B} \right|$$

Avec :

$$m_i^A = \text{sign}(h_i^A) \cdot \log(h_i^A)$$

$$m_i^B = \text{sign}(h_i^B) \cdot \log(h_i^B)$$

h_i^A et h_i^B représentent les moments de Hu des formes A et B respectivement. Dans notre cas A est un échantillon de notre base de données et B la main segmentée. Le résultat produit un scalaire. La main segmentée est comparée à chaque échantillon et le résultat **qui minimise cette comparaison** donne l'échantillon **le plus proche** de la main.

Les gestes dynamiques sont détectés temporellement (**si** le geste à $t-1$ correspondait à la main ouverte **et** que le geste à t correspond à la main fermée, alors le nouveau geste correspondra à *l'action de prendre un objet*).

2.4. Résultats et évaluation formative

Une évaluation formative de l'application a été réalisée en premier temps, nous permettant de relever les contraintes et problèmes d'ergonomie, de réalisation et de prise en main.



Figure 11. Navigation dans la page de démarrage (à gauche) et déplacement d'un objet dans une corbeille (à droite) durant la session de jeu.

Nous avons retravaillé la fluidité de la commande suite à cet entretien car certaines personnes la trouvaient trop saccadée. L'utilisateur peut dorénavant choisir une sensibilité parmi deux niveaux.

3. Expériences

Nous utilisons pour les expérimentations un ordinateur Sony VAIO VGN-BX297XP couplé avec une webcam Microsoft LifeCam Cinema.

Nos essais se portent sur un groupe composé de 12 séniors et constitué de 3 hommes et 9 femmes. L'âge moyen est de 73,8 ans (écart type : 6,1). Ces personnes sont pour la majorité membres d'un club de retraités. 5 d'entre elles étaient titulaires d'un certificat d'étude, 2 d'un diplôme de brevet, 3 d'un CAP et 2 avaient un niveau d'étude égal ou supérieur au baccalauréat.

Les séniors réalisent en premier lieu une courte session d'entraînement avec un logiciel. L'objectif est de toucher virtuellement des ballons de couleur avec leur main. Cet entraînement est nécessaire pour que la personne s'adapte à la sensibilité de l'application et se familiarise avec le curseur virtuel. Nous leur demandons ensuite d'utiliser leur main pour contrôler l'interface de l'application en appuyant virtuellement sur des boutons et des menus. Les séniors peuvent ensuite démarrer une session de test où ils doivent prendre et déplacer virtuellement les fruits et légumes dans les corbeilles de couleur. Enfin, nous leur laissons la liberté de relancer ou de mettre fin à l'application.

Une fois les essais terminés, nous demandons aux séniors de répondre à un questionnaire basé sur une échelle de Likert allant de 1 à 5, réalisé en collaboration avec un psychologue du laboratoire. 1 signifie « pas du tout » et 5 « tout à fait ». Ces questions nous servent à obtenir leur ressenti sur le contrôle de l'application et son intuitivité, ainsi que sur l'application et ses intérêts. Une session complète (essai et questions posées oralement) dure environ 25 minutes.

4. Résultats

A la question « Est-ce que la façon de contrôler ce jeu par le geste de la main vous paraît naturelle ? » une personne a répondu « pas du tout », une personne « plutôt pas », quatre « plutôt oui » et six « tout à fait ».

A la question « Est-ce que vous pourriez envisager de jouer régulièrement de cette façon ? » cinq personnes ont répondu « pas du tout », deux « plutôt non », une « plutôt oui », trois « tout à fait » et la dernière est indécise.

A la question « Avez-vous trouvé l'utilisation fastidieuse ? » six ont répondu « pas du tout », une a répondu « plutôt pas », une « plutôt oui », trois « tout à fait » et la dernière est indécise.

Aux personnes qui ont répondu « plutôt oui », « tout à fait » ou qui étaient indécises à la troisième question, nous avons demandé d'expliquer oralement leur réponse. Trois participants ont répondu que la façon de jouer était longue et difficile à apprendre. Les quatre participants interrogés ont expliqué que le positionnement de la main durant le jeu était trop fatiguant et deux expliquent que l'application est trop sensible aux tremblements et petits mouvements non significatifs de la main.

A la question « Pensez-vous qu'il est utile de développer des jeux contrôlés par le geste de la main ? » un participant a répondu « pas du tout », un « plutôt non », deux ont répondu « sans opinion », deux participants ont répondu « plutôt oui » et six ont répondu « tout à fait ».

Nous avons demandé aux participants ayant répondu « plutôt oui » ou « tout à fait » à cette question d'expliquer oralement leur opinion. Quelques réponses sont redondantes chez les personnes âgées qui ont répondu. Selon elles, ce type de jeu « répond au besoin de cultiver leur coordination physique », « permet d'améliorer l'adresse de façon ludique », « permet de s'entraîner à la planification des gestes, d'améliorer l'habileté » et « améliore la concentration ». Des participants nous ont aussi répondu que « jouer de cette façon est bon pour le cerveau, la mémoire et le moral » et que « cela permet de bouger en jouant. Cette façon de jouer peut être plus utile pour la réhabilitation ».

A la question « Trouvez-vous que ce type de jeu d'entraînement intellectuel est utile ? » un participant a répondu « pas du tout », un participant a répondu « sans opinion », trois « plutôt oui » et sept participants ont répondu « tout à fait ».

A la question « Avez-vous déjà utilisé un ordinateur ? » sept participants ont répondu « oui ». Nous avons demandé à ces sept participants de comparer les technologies, via la question : « Pensez-vous que l'ordinateur est plus maniable avec le geste tel que vous venez de le tester plutôt qu'avec un clavier et une souris ? ». Seuls deux ont répondu « oui » et un troisième participant a répondu que « la maniabilité de l'ordinateur n'était pas plus ou moins efficace qu'avec un clavier et une souris ». Les cinq participants n'ayant pas répondu positivement ont justifié leur réponse par le confort dû uniquement à l'habitude du clavier et de la souris.

5. Discussion

Les réponses aux questionnaires démontrent une réception positive de notre jeu et des perspectives de développement de jeux sérieux sous cette forme. En effet, sur les douze personnes âgées ayant testé notre logiciel, dix ont déclaré que la façon de contrôler le jeu par les gestes à distance de la main leur paraissait naturelle et quatre participants ont répondu qu'ils pourraient jouer régulièrement de cette façon ce qui, compte-tenu de l'âge des personnes interrogées, est un score notablement positif.

Seulement quatre participants ont déclaré que l'utilisation du jeu était fastidieuse. L'apprentissage long et difficile de la façon de contrôler le jeu, la fatigue entraînée par le positionnement inconfortable de la main ainsi que la sensibilité trop forte de l'application à de petits mouvements non significatifs de la main sont des raisons pour lesquelles ils trouvaient le jeu fastidieux à utiliser. Ces observations nous permettent d'identifier avec exactitude les améliorations à fournir à l'avenir.

Huit participants sur douze ont déclaré qu'il est utile et intéressant de développer des jeux contrôlés par le geste de la main, en fournissant principalement trois types de raisons. Cette façon de jouer favorise selon eux le maintien ou l'amélioration des capacités des personnes en bonne santé par l'exercice de la coordination physique, de l'habileté, de la concentration et de l'adresse, ainsi qu'en vue d'évitement de la sédentarité. Ensuite, selon les participants, c'est une façon plus simple de jouer, ce qui peut attirer un nouveau type de public vers les jeux sérieux. Enfin, selon un participant, cette manière de jouer peut être utilisée dans le cadre de programmes de rééducation physique.

Une dissociation est faite par les utilisateurs entre l'intérêt du contenu intellectuel du jeu et l'intérêt à la façon formelle d'y jouer. Dix participants ont répondu que ce type de jeu d'entraînement intellectuel était utile. Nous remarquons ici non seulement l'intérêt plus important porté à l'utilité intellectuelle du jeu plutôt qu'à l'utilité formelle du geste de la main approuvée par huit participants.

Enfin, sur les sept participants ayant déjà utilisé un ordinateur seuls deux ont déclaré que l'ordinateur est plus maniable avec le geste de la main tel qu'ils venaient de l'expérimenter (comparé aux classiques claviers et souris). Les cinq autres participants ont tous déclaré que l'habitude de ces périphériques plus « traditionnels » rendait ces outils plus confortables. Ceci est cohérent avec les connaissances actuelles sur les réticences aux changements, l'attachement aux habitudes étant significativement plus fort chez les personnes âgées que pour le reste de la population (Paillat, 1993).

6. Conclusion

Nous avons examiné l'intérêt du geste de la main comme moyen d'interaction avec l'ordinateur chez les seniors. L'application informatique développée fonctionne à l'aide d'une simple webcam et d'un ordinateur. Une segmentation innovante permet de suivre les mouvements et reconnaître les gestes de l'utilisateur.

La majorité des personnes âgées interrogées ont globalement apprécié cette modalité d'interaction et trouvent le contrôle intuitif. Des perspectives de jeux sérieux sous cette forme sont dorénavant envisageables. Un challenge futur sera de créer un modèle qui minimisera la fatigue sur ce type de public puis développer des méthodes de travail physique et cognitif pour les personnes âgées à domicile.

7. Bibliographie

- Bencheriet C., Boualleg A.E.H., Tebbikh H., « Segmentation de la Couleur de Peau par Seuillage Selon Différents Espaces de Couleur », *JIG 2007, 3^{èmes} Journées Internationales sur l'Informatique Graphique*, 2007, p. 207-211.
- Bhuiyan M., Picking R., « Gesture-controlled user interfaces, what have we done and what's next? », *Proceedings of the Fifth Collaborative Research Symposium on Security, E-Learning, Internet and Networking*, Darmstadt, 26-27 November 2009, Germany, p. 56-60.
- Benezeth Y., Jodoin P.M., Emile B., Laurent H., Rosenberger C., « Review and Evaluation of Commonly-Implemented Background Subtraction Algorithms », *International Conference on Pattern Recognition*, 8-11 décembre 2008, p. 1-4.
- Chen F., Fu C., Huang C., « Hand gesture recognition using a real-time tracking method and hidden Markov models », *Image and Vision Computing*, Vol. 21, 2003, p. 745-758.
- Chen Q., Georganas N.D., Petriu E.M., « Real-time Vision-based Hand Gesture Recognition Using Haar-like Features », *Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings*, 2007, p.1-6.
- Conseil S., Suivi tridimensionnel de la main et reconnaissance de gestes pour les interfaces Homme Machine, Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille, 2008.
- Edwards A.D.N., « Progress In Sign Language Recognition », *Proceedings of the International Gesture Workshop on Gesture and Sign Language in Human-Computer Interaction*, 1997, p. 13-21
- Harling P.A., Edwards A.D.N., « Hand Tension as a Gesture Segmentation Cue », *Proceedings of the Progress in Gestural Interaction*, 1997, p. 75-87.
- Hattori T., Mine Y., Cohen M., Yamadera J., « Gesture Interpretation for Domestic Appliance Control », 18th International Conference on Artificial Reality and Telexistence, 2008, p. 343-346.

- Hu M.K., « Visual pattern recognition by moment invariants », *IRE Trans. on Information Theory*, IT-8, 1962, p. 179-187.
- Kaaniche M.B., Human gesture recognition, thèse de doctorat, université de Nice – Sophia Antipolis, 2009.
- Maung T.H.H., « Real-Time Hand Tracking and Gesture Recognition System Using Neural Networks », *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2009, p. 466-470.
- Paillat P., *Les pratiques culturelles des personnes âgées*, Paris, La Documentation française, 1993.
- Phung S.L., Bouzerdoum A., Chai D., « Skin segmentation using color pixel classification: analysis and comparison », *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2005, p. 148-154.
- Soriano M., Martinkauppi B., Huovinen S., Laaksonen M., « Adaptive skin color modeling using the skin locus for selecting training pixels », *Pattern Recognition* 36, 2003, p. 681-690.
- Stroop J.R., « Interference in serial verbal reactions », *Journal of Experimental Psychology* 18, 1935, p. 643-661.
- Viola P., Jones M., « Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features », *Computer Vision and Pattern Recognition*, Vol. 1, 2001, p. 511-518.
- Wiederhold B.K., Wiederhold M.D., « Evaluation of virtual reality therapy in augmenting the physical and cognitive rehabilitation of war veterans », *Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc.*, 2006, p. 91-96.
- Aulia M., « Microsoft new True Color Technology », *Other TECH News, Craving Tech*, 2010. Disponible sur : <http://www.cravingtech.com/microsoft-new-true-color-technology.html>
- Duncan G., « The Kinect helps in Post Traumatic Rehabilitation », *Coding4Fun Kinect Projects, Channel* 9, 2011. Disponible sur : <http://channel9.msdn.com/coding4fun/kinect/The-Kinect-helps-in-Post-Traumatic-Rehabilitation>