

UNIVERSITÉ DE LORRAINE  
MASTER 1 - SCIENCES COGNITIVES

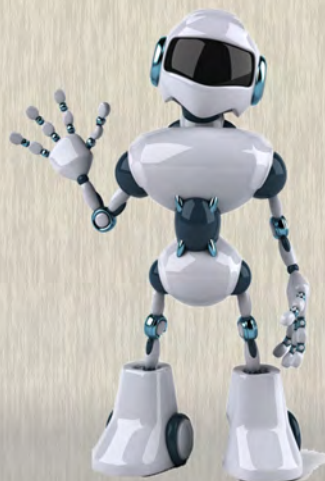
## Projet Tutoré

### Handshaking

Equipe biscuit, au LORIA

Théophile de Lentaïne de Logivière - Valentin Laure  
sous la tutelle de Patrick Henaff, Nicolas Gregori et Gilles Tagne

2016





UNIVERSITÉ DE LORRAINE  
MASTER 1 - SCIENCES COGNITIVES

## Projet Tutoré

### Handshaking

Equipe biscuit, au LORIA

Théophile de Lentaing de Logivière - Valentin Laure  
sous la tutelle de Patrick Henaff, Nicolas Gregori et Gilles Tagne

2016

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Présentation du projet</b>	<b>2</b>
1.1	Contexte scientifique . . . . .	2
1.2	Objectif de la modélisation . . . . .	3
1.3	Présentation des outils . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Méthode</b>	<b>6</b>
2.1	Évaluation du matériel existant . . . . .	6
2.1.1	Analyse statistique sur le positionnement initial des capteurs . . . . .	7
2.1.2	Modification de la position des capteurs . . . . .	9
2.2	Nouvelle expérience . . . . .	11
2.2.1	Contexte de l'expérience . . . . .	11
2.2.2	Résultats de l'expérience . . . . .	12
2.3	Origine des fréquences dites "parasites" . . . . .	13
2.4	Proposition d'expériences . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Conclusion et perspectives</b>	<b>17</b>
3.1	Conclusion . . . . .	17
3.2	Perspectives . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Remerciements</b>	<b>19</b>

# 1 Présentation du projet

Un des projets de l'équipe Biscuit, au Loria, est la modélisation d'une poignée de main. Le but du projet tutoré est d'aider l'équipe dans ce projet. L'équipe est constituée de M. Patrick Henaff, enseignant-chercheur au Loria et à l'école des mines, M. Nicolas Gregori, enseignant-chercheur en psychologie sociale ainsi que de M. Gilles Tagne, post-doctorant dont la recherche se concentre actuellement sur les paramètres physiques d'une poignée de main selon son contexte social. La thèse de M. Artem Melnyk « *Perfectionnement des algorithmes de contrôle-commande des robots manipulateurs électriques en interaction physique avec leur environnement par une approche bio-inspirée* » nous a aidé à comprendre les recherches déjà effectuées dans le domaine de la poignée de main [1].

## 1.1 Contexte scientifique

Le projet de modélisation de poignée de main est ancré dans différents domaines.

Tout d'abord, il va de soi qu'il y a un lien avec la robotique. Le but de l'étude de la poignée de main est de pouvoir construire par la suite des modèles bio-inspirés permettant à des robots d'effectuer le mouvement de façon naturelle, et cela selon différents contextes. Même si nous n'avons pas eu à nous occuper de robots, il faut quand même avoir en tête ce qui est réalisable par un robot.

On peut également faire un lien avec les recherches en psychologie sur la synchronisation mutuelle. La synchronisation mutuelle est le fait, pour un groupe dont chaque membre fait la même action répétée, de synchroniser la fréquence de ces mouvements. C'est ce que l'on peut observer, par exemple, dans une salle de concert, avec un public qui applaudit. La fréquence d'applaudissement, au départ différentes pour tous les individus, va ensuite tendre vers une fréquence commune [2]. Lors d'une poignée de main, on peut observer le même phénomène dans la fréquence du mouvement de la main de haut en bas. Le mouvement des deux mains se synchronise sans que l'un des deux individus ne décide de la fréquence. Il y a deux grands types de synchronisation : la synchronisation intra-individuelle (par exemple, la synchronisation des mouvements des mains d'une même personne), et la synchronisation interindividuelle comme l'exemple des applaudissements. Dans le cadre d'une poignée de main, on est dans le cas d'une synchronisation interindividuelle entre deux personnes oscillant leur main de haut en bas, avec un contact

entre les deux mains, sur une courte durée (de l'ordre d'une seconde).

Il y a aussi un lien avec la psychologie, afin de trouver des expériences intéressantes introduisant le moins de biais possible : comment collecter des données sur les poignées de main, sans dire aux sujets ce que l'on collecte, s'ils sont équipés de capteurs de mouvements et de force ? À notre arrivée dans l'équipe, les expériences se faisaient de la façon suivante : deux sujets connaissant l'expérience se saluent cinq fois de suite de la façon la plus naturelle possible. Pour avoir des contextes différents, ils endossent le rôle d'acteur et jouent un rôle, soit en se mettant en situation de condoléances, soit en situation de congratulation. Nous verrons plus loin dans le rapport les expériences que nous avons pu proposer pour tenter d'avoir des données les moins biaisées possible.

On peut aussi mentionner que quelques connaissances basiques en physique et physiologie peuvent être utiles pour bien comprendre les mouvements enregistrés par les différents accéléromètres, et que des connaissances en programmation sont indispensables pour trier automatiquement les données relevées.

## 1.2 Objectif de la modélisation

Ce projet est inscrit dans le cadre de la recherche en robotique, l'objectif étant d'améliorer les interactions entre les hommes et les robots. On peut aussi imaginer appliquer cela par la suite à un bras bionique ou une prothèse permettant à une personne ayant perdu son bras de pouvoir saluer naturellement une autre.

FIGURE 1 – Asimo, robot humanoïde de Honda, effectuant un mouvement de serrage de main.



Il existe déjà depuis plusieurs années des robots humanoïdes, mais malgré leur capacité à interagir avec les humains, les saluer en leur serrant la main n'est pas chose courante, même pour Atlas, le robot créé par Boston Dynamics dont les capacités semblent pourtant dépasser celles des autres robots humanoïdes. Il n'y a qu'un robot humanoïde "fini"



qui se démarque sur ce point : Asimo, le robot humanoïde de Honda (illustration : figure 1). D'après le site officiel de Honda, il est capable, *grâce à une caméra pour détecter le mouvement des personnes, et des capteurs de force au poignet, de serrer la main en synchronisation avec une personne.* [3]

### 1.3 Présentation des outils

Les capteurs et le logiciel Captiv sont développés par TEA (Technologie Ergonomie Appliquées), société *spécialisée dans le développement, la vente et la mise en œuvre de capteurs et solutions de mesure et d'analyse complètes pour l'activité physique, le mouvement, le suivi du regard* [4]. Les valeurs d'accélération sont relevées grâce à quatre accéléromètres T-sens placés sur le dos de la main, l'avant-bras, le bras et le haut du dos. Ces quatre accéléromètres permettent de mesurer l'accélération d'un mouvement, et de calculer les positions et vitesse des articulations (poignet, coude, épaule). Les valeurs de forces de la main sont quant à elles enregistrées via six capteurs de force T-Sens FSR (Force Sensing Resistor). (illustration : figure 2). Les mesures peuvent être synchronisées avec une prise vidéo, permettant ainsi de savoir exactement à quelle donnée se rapporte un mouvement précis.



FIGURE 2 – L'équipement, vue de près sur le gant et vue d'ensemble porté

Le logiciel Captiv (capture d'écran : figure 10) se présente comme *un système d'acquisition innovant destiné à synchroniser des images vidéos avec des observations visuelles*



FIGURE 3 – Échange de poignée de main avec l'équipement

*et des mesures issues de différents capteurs [4]. Il est connecté sans-fil aux capteurs cités précédemment. Captiv permet une interprétation rapide des résultats, mais nous avons eu également à utiliser MatLab, puissant logiciel de calcul très utile pour les calculs basés sur des tableaux/matrices (d'où son nom "MatLab", de Matrice et Laboratoire)*

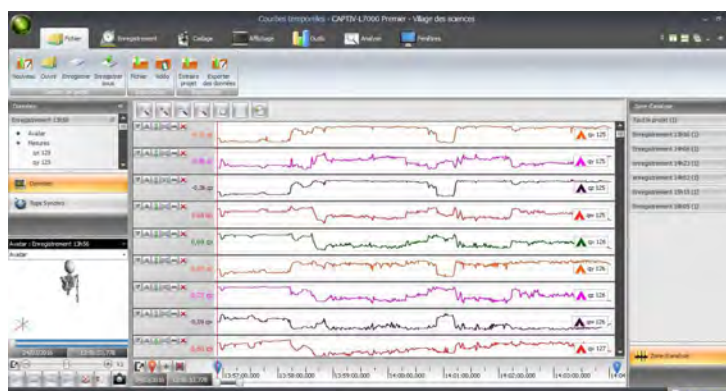


FIGURE 4 – Capture d'écran du logiciel Captiv

Notre travail ici est d'utiliser ces outils, éventuellement les modifier (comme nous l'avons fait pour le gant), pour apporter des connaissances à l'équipe.

## 2 Méthode

Au cours du projet, nous nous sommes réunis régulièrement au Loria pour apporter notre contribution au projet. Nous avons tout d'abord analysé le gant, puis l'avons modifié. Ensuite, nous avons réalisé une expérience dans le cadre du village des sciences. Nous avons enfin essayé d'analyser ces résultats.

### 2.1 Évaluation du matériel existant

L'équipement utilisé pour la récupération de données de mouvement et de force pour le hand-shaking inclut un gant connecté possédant six capteurs de force, chacun correspondant à un point de pression différent lors d'un échange de poignée de main. Le calcul de la force est effectué avec une somme de la pression des six capteurs. On y voit deux composantes principales : la force de contact (paume contre paume) et la force de la pince (le pouce, en opposition aux autres doigts, qui vient fermer la poignée de main). Nous avons d'ailleurs évoqué rapidement un problème dans ce calcul de force, car le résultat du calcul pour quelqu'un qui serre fort, mais ne touche que deux ou trois capteurs sera inférieur au résultat du calcul pour quelqu'un qui ne serre que très peu, mais touche les six capteurs.

La valeur représentant la force exercée lors d'une poignée de main est extrêmement liée à la position des capteurs. Il est important qu'ils soient sollicités correctement. Nous avons donc commencé en nous interrogeant sur leur position.

Dans notre recherche d'amélioration du gant, il nous a tout d'abord fallu vérifier la position des capteurs. Pour nous faire une petite idée rapide, nous avons donc fait quelques tests en nous serrant la main - bien entendu sans regarder le gant pour éviter d'être influencé. De ce premier test rapide, il nous a semblé que certains des capteurs n'étaient pas à une position vraiment optimale.

Sur ces deux images (figure 5), on remarque que le capteur entouré n'est pas activé par les doigts de la personne.





FIGURE 5 – Des capteurs non sollicités lors d’une poignée de main

### 2.1.1 Analyse statistique sur le positionnement initial des capteurs

Pour vérifier nos interrogations sur le positionnement des capteurs, nous avons à notre disposition 22 fichiers de données, que nous appellerons « cas ». Ces données ont été recueillies avant notre arrivée dans le cadre d’une expérience dont les sujets connaissaient le but et jouaient un rôle d’acteur en se serrant plusieurs fois la main de suite. Nous avons, pour chaque cas, les courbes de la pression exercée sur chacun des capteurs. Nous avons associé aux courbes une valeur comprise dans  $[-, \emptyset, +]$  avec « - » signifiant que le capteur n’est pas activé du tout, «  $\emptyset$  » s’il est activé au maximum deux fois, et « + » sinon. Le seuil pour compter le nombre d’activations du capteur est réglé à  $1N$  (exemple figure 7). Nous avons choisi de discriminer les courbes de cette façon, car cela semble assez représentatif de l’ensemble des courbes : soit le capteur ne s’active pas, soit juste une fois ou deux, soit souvent. De plus, on peut de cette manière facilement discriminer les courbes « à la main ».

La figure 6 présente le tableau des données ainsi discriminées.

À chaque valeur est associé un nombre, respectivement  $[0, 1, 3]$  pour  $[-, \emptyset, +]$ . La « somme » indiquée en bout de ligne correspond à la somme de ces valeurs. Par exemple, pour le cas 1 on a  $[+, +, \emptyset, \emptyset, +, +]$ , ce qui nous donne une somme de  $3 + 3 + 1$

+ 1 + 3 + 3 soit 14. Cette somme se veut un indicateur du nombre de données du cas associé. Les valeurs n'augmentent pas de façon linéaire (0,1,2) car le nombre de données pour une courbe associée à «  $\emptyset$  » est en moyenne beaucoup moins important que pour une courbe associée à « + ». Une somme de 14 indique un cas où les capteurs ont bien été activés. Une somme de 4 indique au contraire un cas où très peu de capteurs ont été actionnés.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Somme	Somme sans F4
Cas 1	+	+	$\emptyset$	$\emptyset$	+	+	14	13
Cas 2	-	+	-	+	+	$\emptyset$	10	7
Cas 3	-	$\emptyset$	-	-	$\emptyset$	-	2	2
Cas 4	$\emptyset$	+	$\emptyset$	-	+	+	11	11
Cas 5	+	+	+	-	$\emptyset$	+	13	13
Cas 6	-	+	$\emptyset$	-	$\emptyset$	-	5	5
Cas 7	+	+	-	$\emptyset$	+	-	10	9
Cas 8	+	+	+	$\emptyset$	+	+	16	15
Cas 9	+	+	-	-	+	+	12	12
Cas 10	-	-	-	-	+	$\emptyset$	4	4
Cas 11	+	$\emptyset$	$\emptyset$	+	+	+	14	11
Cas 12	+	+	+	+	+	$\emptyset$	16	13
Cas 13	+	-	-	-	-	$\emptyset$	4	4
Cas 14	+	$\emptyset$	$\emptyset$	+	+	$\emptyset$	12	9
Cas 15	+	+	$\emptyset$	$\emptyset$	+	$\emptyset$	12	11
Cas 16	+	$\emptyset$	+	+	+	+	16	13
Cas 17	+	$\emptyset$	-	$\emptyset$	+	+	11	10
Cas 18	-	+	+	-	$\emptyset$	$\emptyset$	8	8
Cas 19	$\emptyset$	$\emptyset$	-	+	+	+	11	8
Cas 20	$\emptyset$	+	$\emptyset$	+	+	$\emptyset$	12	9
Cas 21	$\emptyset$	+	+	-	+	+	13	13
Cas 22	+	$\emptyset$	-	-	+	$\emptyset$	8	8

FIGURE 6 – Exemple de discrétisation des valeurs d'un capteur de force. Ici, la discrétisation sera « + »

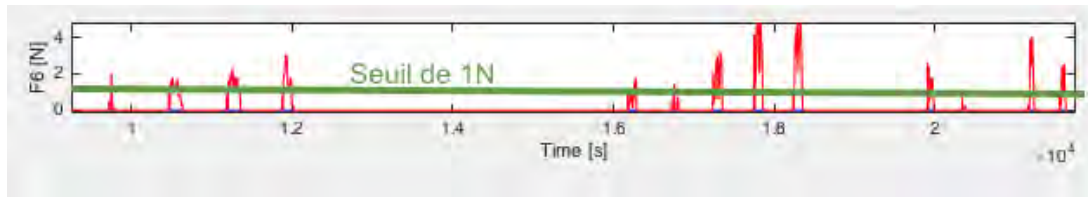


FIGURE 7 – Tableau présentant le nombre de données pour les 22 cas

Nous avons effectué un test d'indépendance pour voir s'il y avait une différence significative de nombre de données entre les différents capteurs (peut-on dire, à partir de ces 22 cas, qu'un capteur est plus utilisé qu'un autre). Ce test nous a confirmé qu'il n'y a pas de dépendances significatives entre les différents capteurs. En regardant le tableau, nous avons pensé que les capteurs F3 et F4 étaient liés, c'est-à-dire que l'un compensait l'autre, mais un test d'indépendance nous a montré le contraire.

Pour juger de l'utilité d'un capteur, nous posons que ce n'est pas le nombre de fois qu'il est activé qui est important, mais le contexte dans lequel il est activé. Un capteur qui ne s'active que lorsque tous les autres sont activés a moins d'utilité qu'un capteur qui ne s'active que rarement, mais lorsque les autres ne s'activent pas (ce qui s'explique par le fait qu'il existe des poignées de main différentes). Le capteur F4 est le capteur de la paume de la main sur lequel nous avons un à priori quant à son utilité. Nous avons calculé la somme pour l'ensemble des capteurs sans F4. Nous avons donc calculé la « Somme sans F4 », et effectué un test du  $\chi^2$  entre la somme avec et sans F4 (en supprimant les lignes où il y a des sommes  $<5$ ). Le test d'indépendance est largement négatif (valeur  $p \approx 1$ ), ce qui signifie que la qualité des données sans le capteur F4 n'est pas modifiée. On peut donc supposer que le capteur F4 doit être changé de place, car il n'apporte rien de nouveau à son endroit actuel. Lors des tests initiaux, il est bien visible sur l'image de droite de la figure 5, que le pouce, élément crucial lors d'une poignée de main, n'était pas toujours au contact du capteur. Nous nous sommes principalement concentrés sur ce problème pour effectuer les modifications aux positionnements des capteurs.

### 2.1.2 Modification de la position des capteurs

Après cette analyse, nous avons procédé aux modifications que nous avons jugées utiles sur le positionnement des capteurs du gant. Le capteur F4 a été complètement

déplacé d'endroit pour passer de la paume au dos de la main, là où le pouce vient s'accrocher lors d'une poignée de main. Cette modification va dans le sens de notre idée selon laquelle il y a deux forces différentes dans une poignée de main (paume et pince), en équilibrant le nombre de capteurs pour chacune de ces forces.

La figure 8 présente les modifications que nous avons effectuées sur les gants.

Sur la première image est entourée la position initiale du capteur que nous avons changé de place (le capteur F4). Sur la deuxième, le cercle rouge montre l'endroit du dos de la main où le capteur F4 a été déplacé. Une autre flèche en dessous montre un capteur qui a été légèrement déplacé car les personnes avec des petits doigts pouvaient ne pas le toucher de façon naturelle (le capteur F6).



FIGURE 8 – Modifications des capteurs

Nous avons également détecté par la suite un capteur défectueux et l'avons donc remplacé.

## 2.2 Nouvelle expérience

### 2.2.1 Contexte de l'expérience

Le village des sciences est un événement se déroulant au Loria, permettant aux chercheurs tout comme aux étudiants de présenter leur sujet de recherche, via des expériences ou des démonstrations. Le public est principalement composé d'étudiants âgés de 18 à 25 ans. Nous avons un stand pour montrer notre projet tutoré aux personnes intéressées ou curieuses et répondre à leurs questions. Nous avons profité de cet événement du 24 mars après midi pour recueillir de 14 à 17 heures des données de poignées de main avec les visiteurs. Le contexte s'y prêtait bien, les visiteurs du village des sciences étant moins surpris de voir quelqu'un portant un tel équipement leur serrer la main que si les mesures étaient prises dans la rue. Nous avons à tour de rôle porté l'équipement, et avons tout d'abord serré la main à des personnes venues d'elles-mêmes vers le stand. Mais lorsqu'il n'y avait personne de volontaire, nous avons dû chercher des personnes parmi les visiteurs. Nous avons choisi vers qui nous allions en fonction de leur occupation (par exemple, des groupes de visiteurs discutant entre eux ont été favorisés par rapport à des groupes qui étaient déjà occupés par d'autres stands). Nous avons aussi favorisé les personnes qui nous regardaient d'un air interrogateur, nous avons interprété ça comme un signe d'intérêt envers notre équipement. Nous avons remarqué que les gens nous serraient la main de manière plus naturelle lorsqu'ils viennent d'eux même vers nous (notre stand). Après avoir serré la main à une personne, nous lui expliquions de but de cette salutation parfois un peu forcée. Nous nous sommes également demandé à quel point le fait d'avoir un gant n'influencerait pas la collecte des données.

Le contexte est différent des 22 cas enregistrés précédemment : une seule personne est instrumentée et les sujets ne savaient pas forcément pourquoi on venait leur serrer la main, ce qui n'était pas le cas dans l'expérience précédente dont les sujets connaissaient le but.

Nous avons récolté 25 expériences. Les capteurs envoient sans fil les données au logiciel Captiv. Nous avons préalablement testé la portée des émetteurs, qui nous avait semblé très grande, de l'ordre d'une trentaine de mètres, ce qui aurait dû être amplement suffisant dans le cadre d'une expérience en intérieur. Malheureusement, nous n'avons pas pris en compte le fait que la portée serait réduite lors du village des sciences à cause du nombre de personnes présentes. Suite à ce dysfonctionnement, sur ces 25 expériences, 6 ont dues

être supprimées.

### 2.2.2 Résultats de l'expérience

Les résultats rendus par le logiciel Captiv sont sous la forme Excel. Pour nous aider à les exploiter, nous avons développé un script (qui pourra être réutilisé), qui permet plusieurs choses :

- Fusionner différents fichiers Excel, correspondants à différentes prises
- Supprimer les données incomplètes (dues par exemple à un dysfonctionnement temporaire des émetteurs sans fil)
- Extraire les poignées de main des tableaux de donnée, en indiquant également leur position dans le fichier, grâce à des paramètres rentrés par l'utilisateur

Comme nous l'avons évoqué dans une partie précédente, nous voulons apporter une précision supplémentaire dans la modélisation de la force lors d'une poignée de main. Nous avons quatre capteurs pour la force de pince, et deux capteurs pour la force de paume. Il intéressant de regarder la proportion de chaque force pour obtenir un modèle

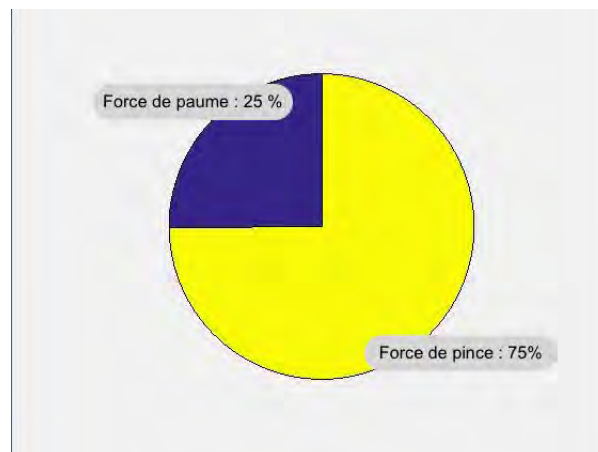


FIGURE 9 – Représentation graphique de la répartition des forces lors d'une poignée de main.

plus précis. Sachant qu'il y a deux fois plus de capteurs pour la pince que pour la paume, il nous faut normaliser ces pourcentages, ce qui nous donne 62.5% pour la pince et 37.5% pour la paume. On observe que la force de poigne, celle qui nous fait "tenir" la main de la personne à qui on serre la main, est supérieur à la force de paume, celle qui joint les



deux mains et dont la valeur dépend des deux personnes.

Pour approfondir dans les proportions de force par zone, nous avons divisé la force pince en deux parties : la pince haute, comprenant les capteurs du dos de la main proche du pouce, et la pince basse, comprenant deux capteurs près de l'auriculaire. On observe



FIGURE 10 – Représentation graphique de la proportion de force haute et basse dans la pince

que les forces semblent plus exercées sur la partie haute de la pince (celle sollicitée par le pouce) que sur la partie basse.

### 2.3 Origine des fréquences dites "parasites"

Lors de l'analyse des données de l'accéléromètre, on peut observer que le mouvement d'oscillation de la main lors d'une poignée de main possède une fréquence principale, et des fréquences que nous appelons "parasites". L'hypothèse dominante concernant ces fréquences "parasites" est qu'elles proviennent de la flexibilité du poignet lors d'un tel mouvement : seraient alors additionnées les fréquences du bras, du poignet, de la main, etc. Nous avons formulé une autre hypothèse venant compléter la précédente : l'accéléromètre est collé au dos du gant. Le gant est en tissu, possède une certaine élasticité, et même s'il est tendu, il n'est pas non plus collé à la main. Notre hypothèse est que les fréquences parasites peuvent provenir au moins en partie du gant lui-même et de son élasticité par rapport à la main seule.

Pour vérifier notre hypothèse, nous avons donc créé une expérience, dans laquelle un sujet agite la main avec le gant, puis agite la main de la même façon en tenant cette

fois fermement l'accéléromètre. Mais cette expérience n'a pas donné de résultat réellement concluant : les courbes que nous avons obtenues étaient aléatoirement extrêmement différentes d'un test à l'autre, et il était impossible de traiter de telles données.

Nous ne pouvons donc pas dire que les fréquences parasites sont dues à l'élasticité du gant.

## 2.4 Proposition d'expériences

Comme évoqué dans la présentation du projet, le bon déroulement des expériences et leur script sont cruciaux. En règle générale, lors d'une poignée de main, on ne réfléchit pas à comment on va osciller la main ni combien de temps. L'ambition ici est donc d'écrire une expérience dans laquelle on ne dit pas aux sujets que leur poignée de main va être analysée. Un bon exemple pour illustrer ce problème est la respiration : si on demande à quelqu'un de respirer naturellement, il y a de fortes chances qu'il arrête justement de respirer normalement et fasse attention à sa respiration. Le principe est sensiblement le même pour la poignée de main. Demander à quelqu'un d'agir naturellement peut le conduire à faire le contraire.

Nous avons donc réfléchi à de nouvelles expériences :

— Dans le cas d'une poignée de main de salutation classique :

Le but est de faire croire aux sujets que l'équipement qu'ils ont sert à mesurer une activité qui sera en fait un leurre. Deux sujets sont équipés, on leur explique que le but de l'expérience est d'effectuer une tâche précise, le "jeu du parcours électrique" (figure 11), puis un "chercheur" vient les saluer. Les sujets font ensuite ce jeu, et le chercheur les remercie de leur temps en leur serrant la main une deuxième fois. Le but du "jeu de parcours électrique" est de manier une boucle en métal reliée à un manche dans un tracé matérialisé par un fil, sans le toucher. Si le joueur touche le fil avec la boucle, un bruit est émis, signal que le joueur doit recommencer le tracé depuis le début. C'est un jeu qui demande de l'adresse et de la rapidité dans les mouvements du poignet. Deux sujets s'affrontent pour effectuer le parcours le plus rapidement possible. Il est ainsi une bonne excuse pour mettre l'équipement aux sujets puisqu'on peut facilement prétendre vouloir collecter des données sur le jeu en lui-même et les différentes stratégies du joueur pour gagner. On peut ainsi expliquer aux sujets, qu'on aimerait analyser des éventuels tremblements lors d'un

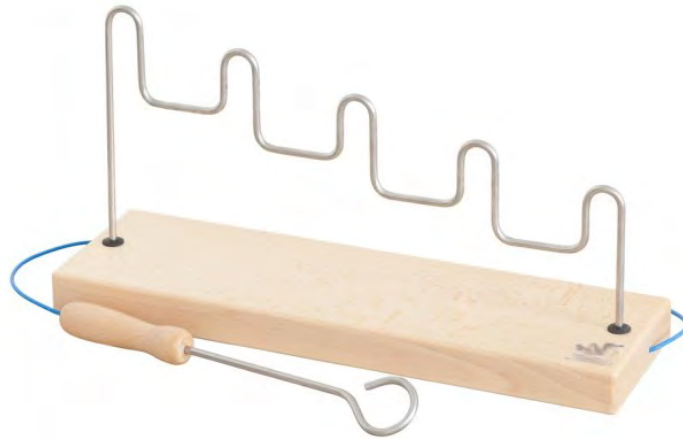


FIGURE 11 – Illustration du "Jeu du parcours électrique" [5]

passage critique du parcours, ou si la position des articulations a un impact sur la précision du poignet. On peut bien sûr imaginer la même expérience avec un autre jeu demandant de l'agilité dans les mouvements du poignet ou n'importe quel jeu demandant des mouvements du poignet et/ou du corps (tennis de table, etc.)

- Dans le cas d'une poignée de main de congratulation :  
Le but ici est que l'un des sujets vienne féliciter l'autre de manière naturelle, toujours sans savoir que des données sont collectées lors de la poignée de main. On peut imaginer reprendre l'expérience précédente en mettant en expliquant aux deux joueurs qu'à la fin, le "perdant" doit venir féliciter le "gagnant" du jeu (à savoir celui qui aura été le plus vite sans erreurs). La limite ici étant qu'on ne peut pas être certain à 100% que les personnes se féliciteront en se serrant la main, il faut que l'expérimentateur incite fortement le perdant à féliciter le vainqueur.
- Dans le cas d'une poignée de main de condoléances :

L'idéal est qu'un sujet serre la main à un autre comme s'il venait d'apprendre une triste nouvelle le concernant. On peut reprendre la même expérience que pour les congratulations, mais en demandant cette fois au vainqueur de "consoler" le perdant. Le fait est que cela risque de ne pas être très naturel et très probablement plutôt dans une bonne ambiance prêtant à sourire que dans une réelle ambiance de condoléances. Nous avons eu d'autres idées (faire croire à un sujet qu'un "chercheur" acteur qui viendra le saluer tenait à être là malgré le fait qu'il aie perdu son père la veille, par exemple), mais nous ne les avons pas retenues pour les raisons évidentes du manque d'éthique derrière cette pratique.

## 3 Conclusion et perspectives

### 3.1 Conclusion

Le projet était intéressant, nous avons d'ailleurs apprécié le fait qu'il soit ancré dans le cadre d'une recherche sur le long terme. L'équipe a été très accueillante envers nous et a su nous guider et nous aider lorsque nous le demandions. De notre côté, nous n'avons pas trop osé demander d'aide, ce qui est un peu dommage. Nous avons également trouvé dommage que le projet ne soit pas vraiment très bien étalé dans le temps, et sachant que nous avons aussi des projets dans d'autres cours (surtout que nous suivons tout deux un parcours différent, donc que nous avons des disponibilités parfois différentes), cela rend un peu difficile de se donner des objectifs réalisables à long terme. Il nous a été assez difficile de comprendre le fonctionnement de MatLab car nous n'avons jamais réellement utilisé ce logiciel.

Plusieurs questions nous sont venues en tête en rapport avec le projet. Ces questions n'ont pas forcément de réponses fixes, mais peuvent servir d'ouverture.

- Pourquoi voudrait-on serrer la main à un robot ?
- Pourquoi voudrait-on modéliser une poignée de main "naturelle" puisqu'un humain ne lui serrerait probablement pas la main de façon naturelle ?
- En s'éloignant un peu du sujet, pourquoi vouloir à tout prix faire des robots humanoïdes "à notre image" ?

De la même façon que l'on peut saluer Siri, assistant vocal d'Apple, on pourrait vouloir saluer un robot humanoïde. On peut imaginer que dans le futur, si les robots humanoïdes se démocratisent, il pourrait sembler normal de les saluer en leur serrant la main.

### 3.2 Perspectives

Voici les conseils que nous aimerions donner aux prochaines personnes qui travailleront sur le projet :

- Comme dit précédemment, la collecte de nouvelles données doit se faire dans un cadre bien particulier en fonction de l'expérience. C'est ce que nous avons appris lors de la collecte de données au village des sciences.

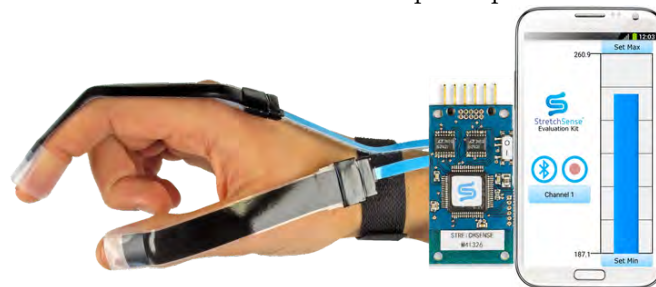
- Faire bien attention aux noms des capteurs, car deux capteurs sont inversés selon les gants (capteurs F4 et F5).
- Ne pas faire de sessions trop longues sur Captiv, les fichiers sont sinon très lourds à traiter.

Nous aurions aimé pouvoir en faire plus sur ce projet. Mais une étude complète de ce type demanderait beaucoup de moyen et de temps :

- Aboutir à un protocole solide pour les expériences citées dans les parties précédentes, et les mettre en place. Les expériences proposées sont plutôt longues (le temps d'équiper les sujets plus le jeu), pour ne recueillir que peu de données sur des poignées de main.

- En ayant beaucoup de moyens, calculer à grande échelle (sur un minimum de 1000 sujets) la fréquence moyenne d'oscillation de la main, la force moyenne (par zone), et ce par tranche d'âge, par sexe, et par contexte (congratulation, condoléances, salutation) mais aussi selon la relation entre les deux personnes se serrant la main (amitié, "ami d'un ami" inconnu, entretien d'embauche...) ou encore le niveau social. On pourrait aussi étudier la poignée de main selon la culture et/ou la zone géographique.

FIGURE 12 – Illustration du capteur pour la main



- Pouvoir ajouter des capteurs ou changer le matériel, plus précis dans les articulations des doigts. (par exemple le capteur StretchSense [6] (figure 12))



## 4 Bibliographie

Voici la liste des sources concernant les sources citées (thèse, site web...)

### Références

- [1] Artem Melnyk. *Perfectionnement des algorithmes de controle-commande des robots manipulateurs electriques en interaction physique avec leur environnement par une approche bio-inspiree*. PhD thesis, Universite de Cergy-Pontoise, 2014.
- [2] Jonathan Platkiewicz. Vers une dynamique de coordination collective : la synchronisation des applaudissements. Master's thesis.
- [3] Honda. "Inside Asimo - Synchronizing with humans", consulté le 26 mai 2016, sur <http://asimo.honda.com/asimo-function/shaking-hands/>.
- [4] TEA. Site web de TEA, consulté le 27 mai 2016, sur <http://teaergo.com/site/fr/tea>.
- [5] JeuJouethique. "Main électrique Count Down", consulté le 25 mai 2016, sur <http://www.jeujouethique.com/main-electrique-count-down.html>.
- [6] SoftRoboticsToolkit. Site web de SoftRoboticsToolkit, consulté le 29 mai 2016, sur <http://softroboticstoolkit.com/sensors>.

## 5 Remerciements

Nous tenons à remercier toute l'équipe pour son accueil et son aide tout au long du projet. Un grand merci à Gilles Tagne pour sa précieuse aide quant à MatLab.