



UNIVERSITE PARIS LUMIERES

UNIVERSITE PARIS OUEST NANTERRE LA DEFENSE

UNIVERSITE PARIS 8

Rapport d'activités

Projet UPL

ProMain

16 mai 2014 - 20 novembre 2014



Table des matières

Contexte	1
1. Objectifs Scientifiques	2
2. Activités et réalisation	3
2.1. Analyse bibliographique et protocole expérimental	3
2.2. Système expert et algorithme de traitement des signaux	4
2.3. Prototypes 2 doigts et 3 doigts pour la main de précision	6
3. Bilan	8
3.1. Liste des Réunions ProMain	8
3.2. Participation à des journées et des conférences nationales ou internationales	8
3.3. Etudiants associés au projet ProMain	9
3.3.1. Université Paris 8	9
3.3.2. Université Paris Ouest Nanterre La Défense	10
4. Bibliographie	11
Annexe 1 : Protocole expérimental	12
Annexe 2 : Prototype 2 doigts pour la main de précision	16
Annexe 3 : Poster	18

Contexte

Le projet « ProMain » concerne le développement d'une prothèse de main compacte, légère et directement connectée à l'avant-bras de la personne de manière non intrusive. Ainsi, des capteurs en surface de l'avant-bras et des muscles dorsaux seront positionnés afin de pouvoir piloter les mouvements de la main artificielle, à partir de l'activité électrique détectée au niveau des muscles de surfaces (signaux EMG). Cette prothèse de main utilisera le principe de sous-actionnement mécanique pour développer une main robotique qui a des capacités de préhension similaires à la main humaine, tout en limitant le nombre d'actionneurs requis pour la commander. Cette main aura des dimensions semblables à la main humaine de manière à ce qu'elle soit fonctionnelle dans un milieu conçu pour les humains.

Ce projet est porté par le LEME (UPO) en partenariat avec le LIASD (UP8). Les Enseignants Chercheurs impliqués dans ce projet sont coté UPO : Olivier Polit, Laurent Gallimard, Nabil El Korso, Michele D'Ottavio et coté UP8: Nicolas Jouandeau, Ben Ali Chérif, Adrien Revault d'Allonnes et Youcef Touati.

Ce projet concerne aussi deux doctorants Astrid Rubiano Fonseca & José Luis Ramírez Arias, inscrits en thèse de doctorat à l'ED 139 de UPO.

De plus, la société COGITOBIO est associée à ce projet afin de compléter le panel de compétences du projet, avec en particulier Pol Leborgne, directeur de cette société, docteur en Bio-mécanique et spécialiste en ergonomie et Sophie Longuet, docteur en STAPS et spécialiste en neuroscience et contrôle moteur.

Il est à noter que lors de la réponse à l'appel à projet, nous pensions que la durée d'un an correspondait à une année universitaire, compte tenu de l'appel en date de février 2014 et d'une réponse attendue en mai 2014. Ainsi, il ne fût pas possible de prendre des Master en stage sur ce sujet, car la réponse de l'appel à projet arriva trop tard. Nous avons donc pris des étudiants de L3 UP8 dont les travaux seront discutés dans la section suivante, et deux projets « Travaux Etude et Recherche » viennent de débiter avec deux étudiants de M2 UPO.

Enfin, la demande de renouvellement de ce projet pour la deuxième année accompagne ce rapport d'activités.

1. Objectifs Scientifiques

Les objectifs scientifiques du projet durant sa première année, définis dans le projet soumis lors de l'appel à projet, peuvent se résumer selon trois axes:

- 1) Bilan de l'analyse bibliographique et finalisation du protocole expérimental
- 2) Etudes LEME-LIASD et analyse de faisabilité sur différents thèmes faisant partis des sujets de thèse de doctorat des deux doctorants, Astrid et José Luis :
 - Sujet 1:
 - i. Système expert et intelligence artificielle pour l'exploitation des données expérimentales.
 - iii. Implémentation d'un système embarqué de pilotage et contrôle de mouvement.
 - Sujet 2:
 - iii. Prise en compte du couplage main-muscle.
 - iv. Implémentation d'un système embarqué de commande des muscles artificiels.
- 3) Définition, fabrication et exploitation d'un premier prototype de doigts articulés en utilisant les travaux du projet bionico. Sur ce prototype, différentes pistes vont pouvoir être explorées permettant ainsi de valider les choix qui s'offrent a priori pour les points identifiés ci-dessus.

Le temps a bien sûr manqué pour mener à bien l'ensemble des objectifs que nous avons fixés lors de la rédaction du projet puisque à la date de ce rapport, seulement six mois se sont écoulés depuis la date de notification d'acceptation du projet, le 16 mai 2014. Si l'on considère en plus que cette période contient le mois d'août, on peut donc dire que les différents développements et les résultats obtenus sont très encourageant car en seulement cinq mois, la collaboration entre UPO et UP8 s'est mise en place sans aucune difficulté, que des étudiants L3 et M2 ont pu être associés sur des sujets exploratoires et que la participation de Astrid et José Luis à différentes conférences et journées scientifiques internationales a été rendue possible. Cela prouve la qualité des résultats obtenus dans le cadre de ce projet et a permis la diffusion au sein de la communauté scientifique de ce projet et de l'existence d'une collaboration entre UPO et UP8 au sein de UPL.

2. Activités et réalisation

Les activités et les réalisations effectuées dans le cadre de ProMain, entre mi-mai et novembre, sont synthétisées ici selon les trois axes identifiés précédemment.

2.1. Analyse bibliographique et protocole expérimental

Dans le domaine de la robotique, divers dispositifs ont été développés, qui permettent la préhension d'objets. Certains d'entre eux sont bio-inspirés par la main humaine et ont conduit à proposer une prothèse de main robotique [1]. D'autres sont commandés par des impulsions préréglées EMG [2-5] : en conséquence, le nombre de mouvements exécutés par la main est limité car le patient doit mémoriser les différentes combinaisons des signaux EMG pour exécuter un mouvement. Aucune de ces prothèses ne considère l'ensemble du membre supérieur pour analyser les mouvements de préhensions et identifier les signaux EMG correspondants.

De ce qui précède, nos recherches proposent le développement d'une nouvelle prothèse de main, capable d'exécuter un mouvement de préhension, grâce à un algorithme original de pilotage et de contrôle basé sur un système expert. Le système pilotera la main artificielle en fonction des signaux EMG produits le long de la chaîne articulaire du membre supérieure. Ainsi, il sera possible d'exécuter des mouvements de préhension et de contrôler ses mouvements sans apprentissage particulier.

Afin de nourrir la base de données qui va permettre de construire ce nouvel algorithme et de définir le système expert, il a été nécessaire de proposer une campagne de mesures expérimentales sur des sujets. Cette campagne va débuter en novembre 2014 pour une période de dix mois. Cette campagne de mesure se déroulera au sein de COGITOBIO, qui possède déjà l'essentiel des moyens expérimentaux nécessaires.

Pour chaque sujet, des mesures de la cinématique tridimensionnel (3D) de l'épaule jusqu'aux bouts des doigts vont être effectués en utilisant 30 marqueurs rétro-réfléchissants: os occipital, vertèbres C02, T01, T04, T08, T12, L03, partie supérieure du sacrum, acromion et tubercule majeur de l'humérus, épicondyle latéral et épicondyle médial, apophyses styloïdes du radius et ulna, articulation métacarpo-phalangienne des doigt 1 à 5, l'articulation inter phalangienne proximale des doigt 2 à 5, articulation inter phalangienne distal des doigt 1 à 5. De plus, des mesures électriques en utilisant des capteurs EMG positionnés le long de la chaîne cinématique vont être opérées : trapèze, deltoïde, triceps,

biceps, grand palmaire, extenseur radial du carpe, extenseur commun des doigts, extenseur du petit doigt, extenseur du pouce. Enfin, la mesure des pressions de contact en bout de doigts va aussi être effectuée lors de la préhension des objets à la fois pour la main précision et la main force.

Le protocole est fourni en annexe 1 de ce document.

2.2. Système expert et algorithme de traitement des signaux

Les données collectées lors de l'expérimentation vont être analysées à l'aide de techniques d'extraction de caractéristiques afin de construire des modèles mathématiques relationnels entre cinématique, force et signaux EMG. Ces caractéristiques seront utilisées pour former un système expert qui permettra, en fonction de l'activation de muscles identifiés par des signaux EMG, d'inférer un mouvement et un objectif de préhension.

Le système de reconnaissance et de prédiction des mouvements du système expert proposé utilise la méthode « machines à supports de vecteurs ou séparateurs à vaste marge » SVM (Support Vector Machine). SVM est l'ensemble de techniques d'apprentissage supervisé destiné à la discrimination et interpolation des patrons; elle est utilisée fréquemment dans l'analyse et la classification de signaux biologiques [6]. C'est une méthode basée sur la création d'un hyperplan ou d'ensemble d'hyperplans qui permettent de séparer des régions dans un espace de dimension n , dénommé l'espace des caractéristiques (chaque dimension correspond à une caractéristique des patrons à discriminer).

Pour élaborer le protocole expérimental et afin d'initier la préparation de l'analyse de l'information, la société COGITOBIO a fourni un exemple de signal EMG et de données de la cinématique du mouvement du bras. Cela a permis dans une première étape de tester le plan de caractéristiques que SVM utilise, et deux caractéristiques ont été extraites du signal EMG. La première est dénommée « valeur moyenne absolue » MAV (Mean Absolute Value), et consiste à calculer la valeur absolue moyenne des échantillons du signal EMG. La deuxième est « l'entropie d'échantillons » SampEn (Sample Entropy) et c'est un estimateur d'entropie qui analyse la complexité d'un jeu d'échantillons. Elle est donc adaptée pour l'étude des signaux physiologiques. SampEn est définie comme étant l'opposée du logarithme népérien d'un ratio qui reflète la probabilité conditionnelle que des motifs de m points soient répétitifs (i.e. similaires) en utilisant un critère de similarité [7].

Un logiciel a été développé sur MATLAB (voir figure 1), pour tester les algorithmes décrits. Il se compose d'une interface graphique dans laquelle il est possible de visualiser l'information 3D de la cinématique, les signaux EMG du muscle biceps et triceps et aussi l'angle calculé entre le bras et avant-bras. L'interface graphique a un panneau de contrôle et des boutons pour contrôler le logiciel. Les caractéristiques (MAV et SampEn) sont extraites et l'analyse des données est effectuée à l'aide de SVM. Dans le cadre de ces premières analyses, la robustesse du classifieur a été évaluée en introduisant du bruit dans l'unique jeu de données à notre disposition. Ainsi, les caractéristiques des signaux EMG correspondant aux mouvements de flexion et d'extension du bras ont été extraites et il s'est avéré que la SVM arrive à classifier les signaux comme flexion ou extension, même fortement bruitées (jusqu'à un niveau de 19% de bruit). La figure 2 présente le résultat de la classification : les points bleus représentent les signaux EMG bruités pour le mouvement de flexion et les points rouges représentent les signaux EMG bruités pour le mouvement d'extension. Les courbes noires représentent les hyperplans SVM calculés pour séparer les deux régions (mouvements de flexion et extension).

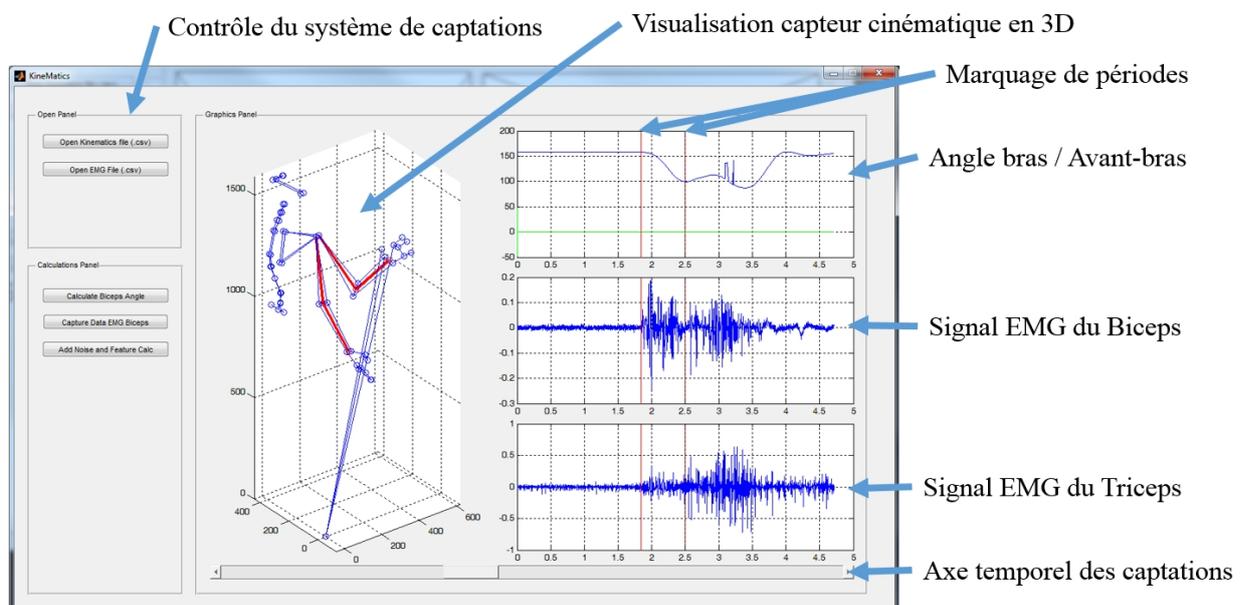


Figure 1. Interface Graphique

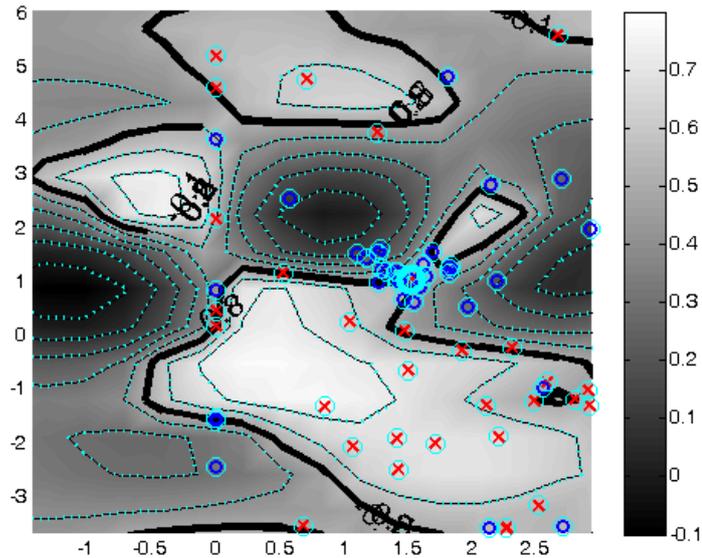
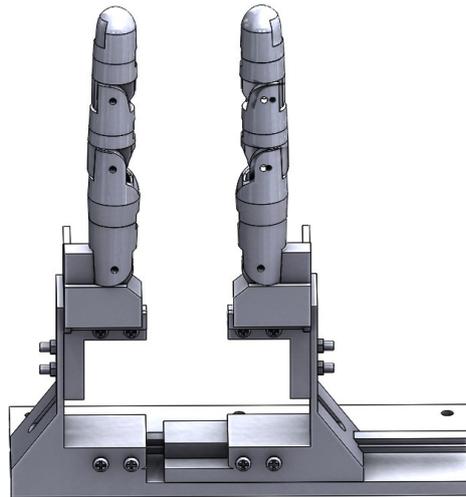


Figure 2. Résultat de classification

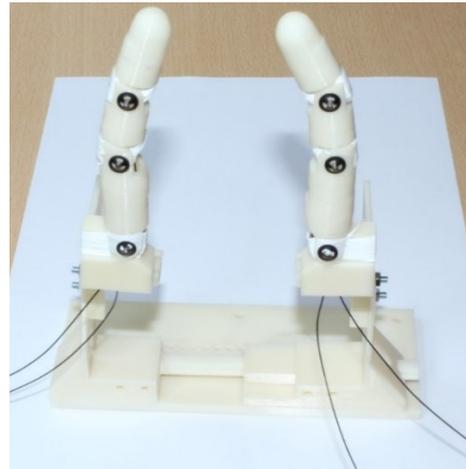
2.3. Prototypes 2 doigts et 3 doigts pour la main de précision

Dans le projet ProMain, il était aussi envisagé de construire un prototype sur la base de la main InMoov et des mécanismes de doigt de cette main. InMoov est le premier robot humanoïde développé selon les principes de l'open source (matériel libre), qui peut être imprimé en utilisant une imprimante 3D.

La main InMoov a cinq doigts et utilise le principe du sous actionnement mécanique. Pour évaluer la fonctionnalité du mécanisme de commande du mouvement des doigts, il est proposé la fabrication d'un prototype de un doigt contenant trois phalanges. Un premier prototype a donc été conçu et se compose de deux doigts, un servomoteur pour chaque doigt, et les supports des moteurs qui peuvent se déplacer horizontalement et verticalement. La conception du prototype a été effectuée dans un logiciel Conception Assisté par Ordinateur (CAO, Computer Assisted Design en anglais) et les pièces ont été fabriquées au moyen de l'imprimante 3D, comme le montre la Figure 3.



a. Prototype



b. Prototype reel

Figure 3. Prototype d'essai

Pour le mouvement des doigts deux types de servomoteurs ont été sélectionnés: un servomoteur classique et un servomoteur série qui étaient couplés mécaniquement à des poulies pour permettre le mouvement de flexion et d'extension des doigts.

L'objectif principal de ce prototype consiste à mesurer la force que chaque doigt exerce au moyen de chaque servomoteur, cette force a été mesurée au moyen de l'utilisation d'un capteur résistif de force, un système embarqué (ARDUINO) a été utilisé pour traiter les informations du capteur et piloter les servomoteurs.

Des détails sont fournis en annexe 2 sur cette partie à contenu expérimental dont l'objectif était de tester des solutions à la fois techniques mais aussi informatiques.

Trois étudiants de L3 de UP8 ont été associés sur cet axe de travail dans le cadre de leur stage. Ils ont regardé plus particulièrement les aspects Robotic Operating System (ROS) et le pilotage des moteurs pour actionner les doigts. Un bref descriptif de leur sujet est donné dans la section suivante.

Enfin, deux étudiants de M2 de UPO travaillent dans le cadre de leur projet tutoré sur la conception de deux nouveaux prototypes : le premier doit permettre de mesurer les pressions de contact et de tester un nouveau système de commande/contrôle et le second est une main robotique de précision composée de trois doigts.

3. Bilan

Cette dernière partie fait le bilan de ces cinq mois de projet sur différents aspects :

Liste des réunions en relation avec l'avancement du projet.

Liste des participations à des congrès, journées scientifiques, dans le cadre de ce projet.

Etudiants associés au projet.

Bilan financier et utilisation des ressources.

3.1. Liste des Réunions ProMain

Date	Lieu
17/05/2014	LEME-UPO
03/06/2014	LEME-UPO
12/06/2014	Cogitobio
20/06/2014	LIASD - UP8
17/07/2014	LIASD - UP8
08/09/2014	LEME-UPO
22/09/2014	LEME-UPO
21/10/2014	Cogitobio
04/11/2014	LEME-UPO

3.2. Participation à des journées et des conférences nationales ou internationales

- Control system based on the analysis of biological signals for an artificial muscle applied to a hand prosthesis, DeMEASS 6th « Design Modeling and Experiment of Advanced Structures and Systems », Ede, Hollande, 26-28 mai 2014 (demeass-vi.tudelft.nl).

La participation à cette conférence a été financée par le Collège Doctoral Franco-Allemand « systèmes intelligents en calcul de structure multi-physique ».

- Journées Nationales Communes GT Robotique Humanoïde et GT Architecture de Contrôle en Robotique, 23-24 Juin 2014 à la Cité Internationale de Paris, organisées par l'Université de Versailles St-Quentin.
- Three finger under-actuated hand prosthesis to be controlled using EMG Signals and Upper Limb kinematic information (Poster en Annexe 3), Journées Nationales de la Recherche en Robotique, Journées Nationales du GdR, 29-30 Octobre 2014, Arts et Métiers ParisTech, organisées par le Laboratoire PIMM de l'ENSAM-Paris.
- Signal processing for the control of a robotic hand emulated in an embedded system, Design mathematical modelling and simulation of an artificial muscle for a hand prosthesis, Colloque du Collège Doctoral Franco-Allemand DFH-UFA, Technical University of Dresden, Dresden, Allemagne, 9-11 novembre 2014.
- Journée relative au thème « design/conception de mains robotiques » GT3 - « Préhension et Manipulation multi-échelle », 19-20 novembre 2014, POITIERS - Futuroscope – Institut PPRIME UPR 3346 Bd Marie et Pierre Curie – Téléport 2 – 86962 Futuroscope Chasseneuil Cedex.

3.3. Etudiants associés au projet ProMain

3.3.1. Université Paris 8

Niveau: L3, stage

Titre du projet: Développement de module de contrôle d'une main robot

Etudiant: Nizar ABAK-KALI

Date : 16 juin 2014 – 6 semaines

Résumé: développement d'un module de contrôle basé sur ROS (Robotics System Operation) pour commander deux types de servomoteurs (classique et série). Le module de contrôle a été mis en application au moyen de l'usage d'un système embarquée dénommé ARDUINO.

Niveau: L3, stage

Titre du projet: Portage de module sous Fuerte vers Groovy

Etudiant: Bahar OZDEMIR

Date : 16 juin 2014 – 6 semaines

Résumé: étude de la portabilité de package des anciennes distributions ROS vers les versions plus récentes, et constitution d'un nouveau package du module «tum-simulator» compatible. Les étapes sont : développer l'ergonomie dans la version FUERTE, repérer les changements entre FUERTE-GROOVY et FUERTE-HYDRO, définir les grandes lignes du portage et tester le module dans son nouvel environnement.

Niveau: L3, stage

Titre du projet: Détection et reconnaissance de doigts par caméra « RGB-D » pour téléopération gestuelle d'une main robotique

Etudiant: Belgacem KHALED

Date : 16 juin 2014 – 6 semaines

Résumé: développement d'un algorithme de reconnaissance d'un doigt au moyen d'une caméra Asus Xtion live pro. Initialement deux méthodes ont été évaluées pour la détection de la main sans considérer les doigts: seuil fixe et seuil automatique (en utilisant l'API d'OpenNI). Ensuite la reconnaissance des doigts est proposée au moyen de deux méthodes: Convexhul et Finger Tracker Library. Finalement une méthode a été évaluée pour la reconnaissance des lignes des doigts et du centre de la main dénommée RANSAC (RANdom SAmple Consensus). Toutes les méthodes ont été essayées pour différentes positions et orientations de la main.

3.3.2. Université Paris Ouest Nanterre La Défense

Niveau: M2, Travaux Etude et Recherche

Titre du projet: Conception et fabrication d'une base ou support dans lequel se placeront le doigt INMOOV et le doigt PROMAIN pour évaluer précision et force.

Etudiant: Quentin BOMBERAULT

Date : 15 octobre 2014, volume horaire 70h

Niveau: M2, Travaux Etude et Recherche

Titre du projet: Conception et Fabrication d'un mécanisme pour un doigt sous-actionné et d'une base pour placer trois doigts afin de simuler la main précision.

Etudiant: Félix DETHIER

Date : 15 octobre 2014, volume horaire 70h

4. Bibliographie

- [1] L.-A. Allen Demers, *Synthèse, optimisation et prototypage d'une main robotique sous-actionnée à cinq doigts*, Thèse de Doctorat, Université Laval Faculté des Sciences et de Génie, Québec (2011).
- [2] Ottobock, *Michelangelo*, Brochure technique, *Otto Bock Healthcare Plc* (2011).
- [3] Touch Bionics, *i-limb ultra-revolution*, Brochure technique, Touch Bionics Inc. and Touch EMAS Ltd, (2013).
- [4] C. L. Pulliam, J. M. Lambrecht, R. F. Kirsch, Electromyogram-based neural network control of transhumeral prostheses, *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, vol. 48, no. 6, p. 739 (2011).
- [5] Rslsteeper, bebionic3, Prosthetics Division, Unit 7, Hunslet Trading Estate, Severn Road, Leeds, LS101BL, (2014).
- [6] S. Osowski, L. Tran Hoai et T. Markiewicz, «Support Vector Machine-Based Expert System for Reliable Heartbeat Recognition,» *IEEE transactions on biomedical engineering*, vol. 51, n° 14, pp. 582-589, 2004.
- [7] E. Guerreschi, «Contribution à l'Appréhension du Système Cardiovasculaire Modélisation et Traitement de Signaux issus de la Macrocirculation et de la Microcirculation sanguines» Thèse de Doctorat, Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Automatisés (LISA), Le Mans, 2013.

Annexe 1 : Protocole expérimental

A. Déroulement de la recherche

Cette étude expérimentale, portée par le « Laboratoire Energétique Mécanique et Electromagnétisme » (EA 4416) de l'université Paris Ouest Nanterre La Défense, se déroulera dans le laboratoire de l'école de biomécanique appliquée à l'ostéopathie – Ostéobio -, mutualisé avec la société Cogitobio, dirigée par Pol Leborgne. Cette société possède une forte compétence dans les méthodes de mesures expérimentales et elle est déjà équipée en matériel d'acquisition (EMG, caméra VICON, capteur de pression).

1. Population étudiée

20 jeunes adultes (10 hommes et 10 femmes) âgés de 18 à 35 ans participeront à l'étude de façon bénévole. Ils devront être droitiers et avoir signé au préalable le formulaire de consentement éclairé (fourni en annexe).

2. Matériel utilisé

Les sujets seront équipés de 30 marqueurs rétro-réfléchissants disposés comme indiqué sur la figure 1. Leurs déplacements seront enregistrés à l'aide du système d'analyse du mouvement 3D VICON composé de 6 caméras filmant à une fréquence de 200 Hz.

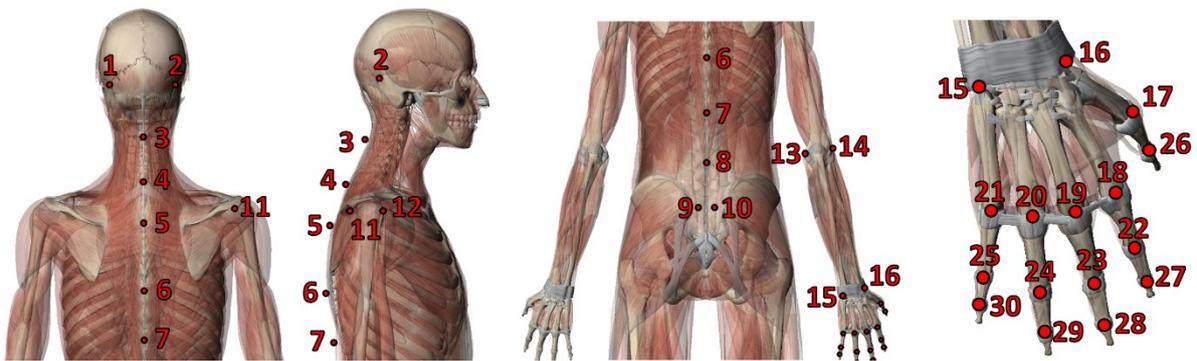


Figure 1 : Disposition des marqueurs

Les sujets seront également équipés d'électrodes sans fil reliées à un système d'analyse électromyographique ZEROWIRE calibré à 1000 Hz, afin d'enregistrer l'activité électrique des muscles. Le placement des électrodes est décrit dans la figure 2.

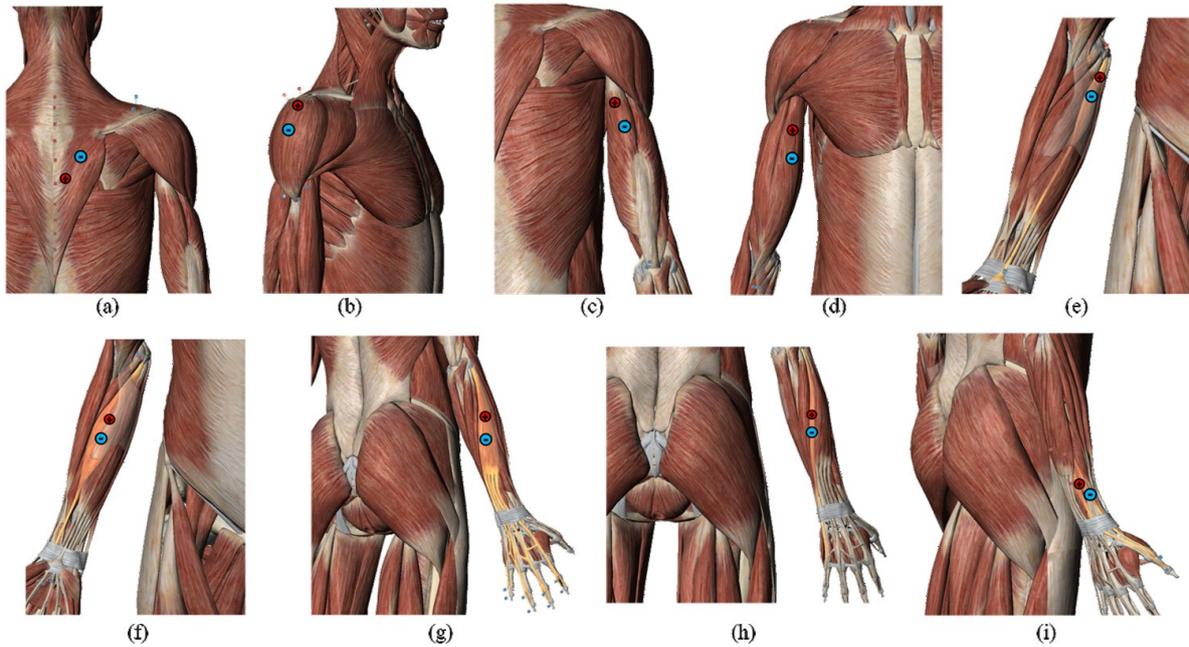


Figure 1. Disposition des capteurs EMG. (a) Le Trapèze. (b) Le Deltoïde. (c) Le Triceps. (d) Le Biceps. (e) Le Grand palmaire. (f) L'Extenseur radial du carpe. (g) L'Extenseur commun des doigts. (h) L'Extenseur du petit doigt. (i) L'Extenseur du POUCE [6].

Les sujets seront également équipés d'un gant avec des capteurs de pression (figure 3).

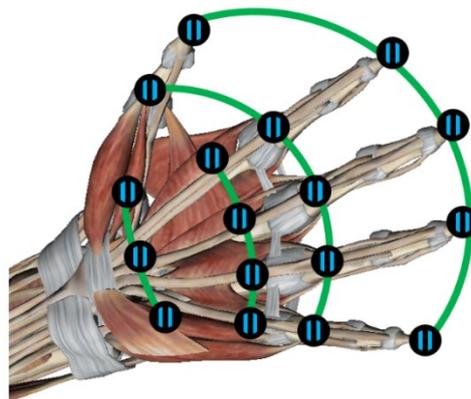


Figure 2. Disposition des capteurs de pression sur le gant

3. Protocole

La durée totale de ce protocole ne saurait dépasser 1h et 30 minutes.

Protocole 1

Le sujet sera assis sur une chaise, avec assise sans dossier, avec le dos droit, les bras placés le long du corps de manière à laisser l'opportunité au sujet de modifier sa courbure thoracique. Face à lui un objet sera posé sur un support dans différents lieux de l'espace de manière à

impliquer progressivement les différentes articulations dans les limites physiologiques articulaires (figure 4). Les positions ainsi obtenues constitueront les conditions expérimentales. Pour chacune d'entre elles, la consigne, donnée à l'oral par l'expérimentateur, sera de saisir l'objet avec sa main droite, le soulever pendant deux secondes, l'approcher de son corps, et le ramener au point de départ. Le sujet devra effectuer le mouvement quatre fois, et il y aura 29 objets différents à saisir.

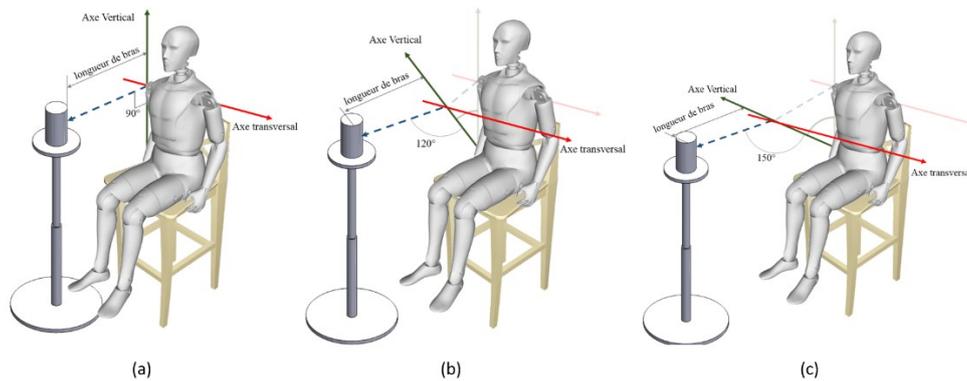


Figure 3. Placement de l'objet par rapport à l'angle formé entre l'axe longitudinal de l'humérus et le plan frontal du corps dans les 3 conditions expérimentales.

Protocole 2

Le sujet sera placé dans les mêmes conditions expérimentales que pour le protocole 1, à la différence près que ce ne sera plus un objet qui sera devant lui mais un écran sur lequel sera projetée une cible lumineuse. A la demande de l'expérimentateur, le sujet devra pointer la cible avec son index droit, maintenir cette posture durant 2 secondes puis reprendre sa position initiale.

4. Traitement des résultats

Les résultats seront dans un premier temps traités selon les taxonomies de préhension (cf annexes) pour ensuite être traités de façon globale. 3 analyses seront réalisées.

Analyse cinématique

Les angles articulaires seront analysés en 3D ainsi que la déformation thoracique. Les dispositions des articulations qui composent les membres supérieurs, la colonne vertébrale, l'épaule, le coude, le poignet et des doigts seront étudiées afin d'identifier les variables pertinentes du mouvement de la main dans le cadre de l'élément de la chaîne cinématique du membre supérieur.

Analyse cinétique et électromyographique

L'activité d'EMG de la musculature du membre supérieur sera traitée à l'aide de techniques de traitement du signal (Fourier, Ondelette,...) afin d'identifier dans un premier temps la signature EMG de chaque muscle et d'extraire, dans un deuxième temps, le pattern moteur EMG relatifs aux mouvements exécutés.

Une étude comparative entre le signal obtenu lors d'une contraction isométrique maximale et les amplitudes des signaux EMG sera réalisée de manière à analyser la contribution de chaque muscle au cours du mouvement.

Analyse des forces appliquées et électromyographie

De la même façon, nous étudierons la relation entre les caractéristiques des signaux EMG des muscles impliqués dans l'exécution d'un mouvement de préhension et la force appliquée à un objet placé devant le sujet.

Annexe 2 : Prototype 2 doigts pour la main de précision

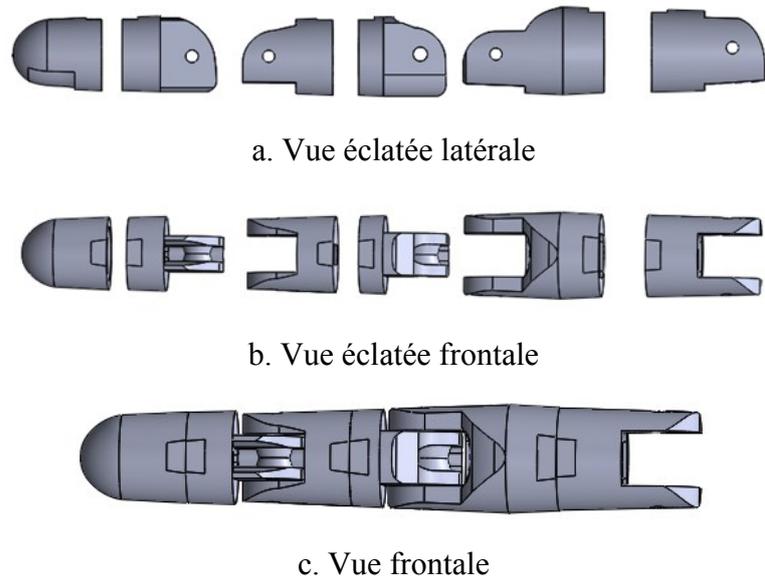


Figure 4. Modèle du doigt repris du projet InMoov

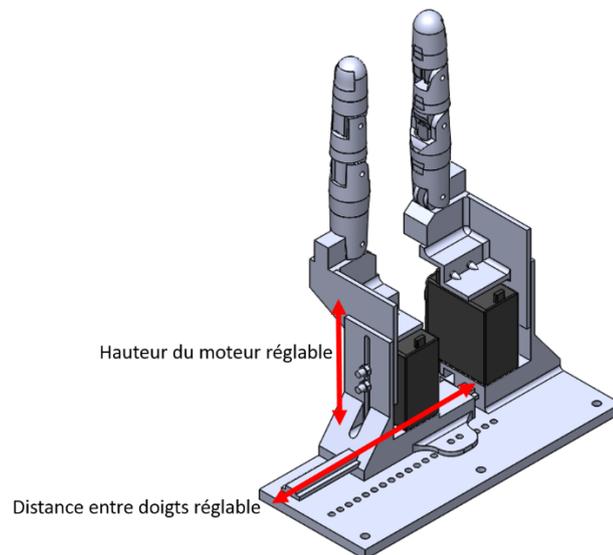


Figure 5. Système de fixation pour essais de préhension à 2 doigts

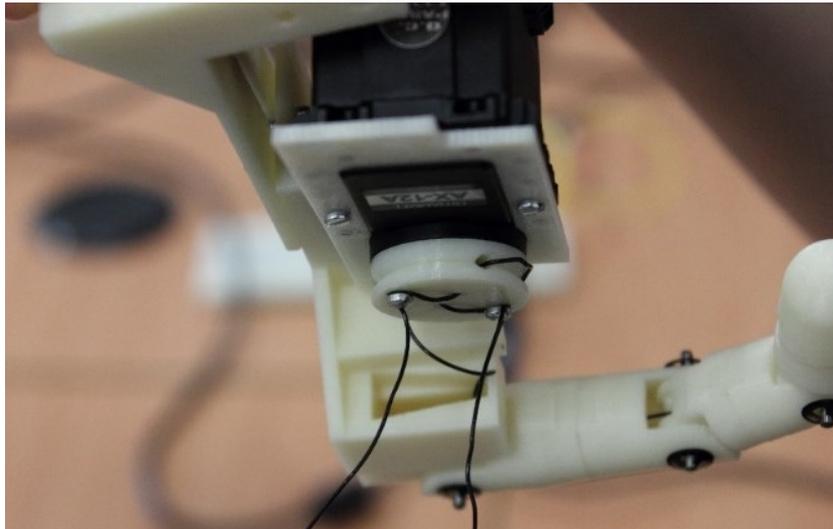


Figure 3. Liaison servomoteur / doigt

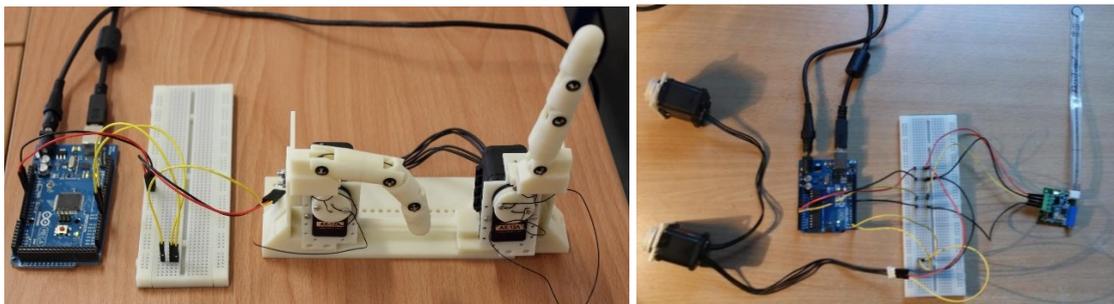


Figure 4. Plateforme expérimentale réalisée pour l'interfaçage de contrôle/commande ROS/Arduino et la mesure des forces de pression avec capteur Flexiforce

Annexe 3 : Poster

**"Three finger under-actuated hand
prosthesis to be controlled using EMG
Signals and Upper Limb kinematic
information"**

Journées Nationales de la Recherche en Robotique

Journées Nationales du GdR,

29-30 Octobre 2014

Arts et Métiers ParisTech

Organisées par le Laboratoire PIMM de l'ENSAM-Paris

Three finger under-actuated hand prosthesis to be controlled using EMG Signals and Upper Limb kinematic information

*A. Rubiano, J. Ramirez, L. Gallimard, O. Polit, **N. Jouandeau

*LEME
Université Paris Ouest Nanterre - La Défense
50 rue de Sèvres, 92410 Ville d'Avray, France
a.rubiano_fonseca@u-paris-10.fr

**Département (MIME) - LIASD
Université Paris 8
2, rue de la Liberté, 93526 Saint-Denis, France
n@ai.univ-paris8.fr

I. Introduction

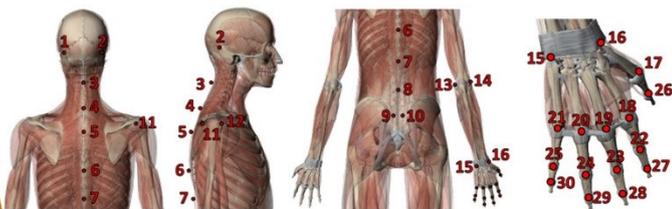
- Develop a hand prosthesis compact, lightweight and directly connected to the forearm of the person in a non-intrusively way
- This prosthetic will use the principle of mechanical under-actuation to develop robotic hand that has similar capabilities to the human hand gripping
- s'EMG sensors on the surface of the upper limb muscles will be placed to be able to control the movements of the artificial hand, from the measure electrical activity in the most superficial muscles,
- The relation between upper limb kinematic, EMG signals and the hand grasping postures will be modeled.

II. Under Actuated Mechanism

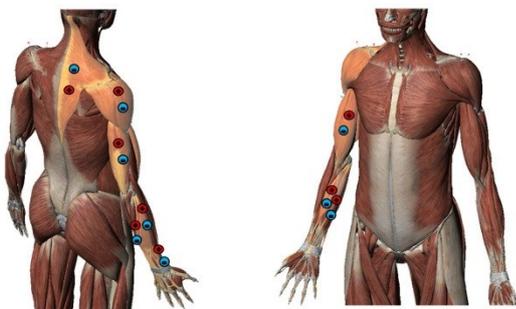


III. Data Acquisition

Tracking Position



Capture of the sEMG Signals



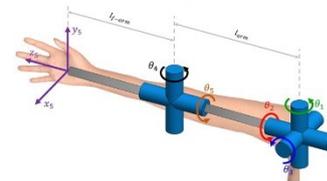
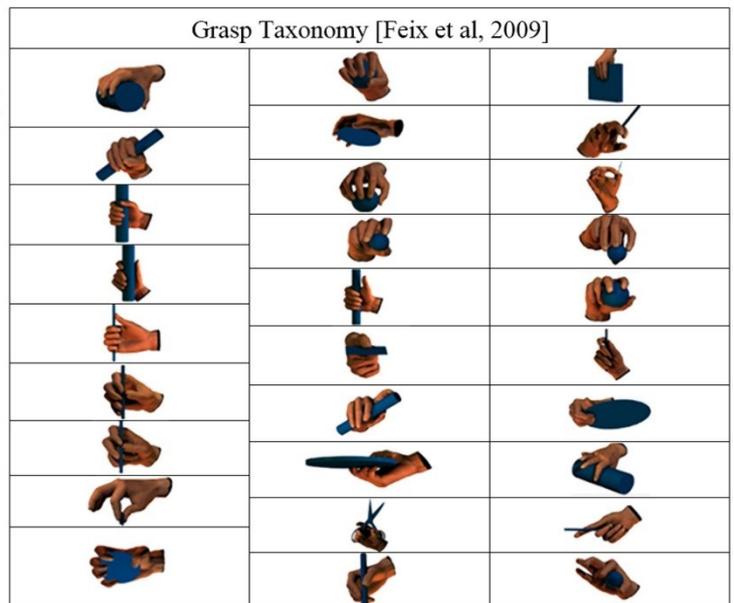
ACKNOWLEDGMENTS

Through this acknowledgment, we express our sincere gratitude to the Université Paris Lumières UPL for the financial support through the project PROMAIN. This work has been partly supported by Université Paris Lumières UPL and by a Short Term Scientific Mission funding from LEME-UPO-EA4416 / LIASD-UP8-EA4383.

BIBLIOGRAPHY

- T. Feix, R. Pawlik, H.-B. Schmiedmayer, J. Romero, D. Kragic, A comprehensive grasp taxonomy, Workshop on Understanding the Human Hand for Advancing de Robotics, Science and Systems: Robotic Manipulation, University of Washington campus, Seattle, Washington (2009).
- C. Hesse and H. Deubel, Changes in grasping kinematics due to different start postures of the hand, Human Movement science, vol. 28, no 4, p. 415-436 (2009).
- S. N. Sidek and A. J. H. Mohideen, Mapping of EMG signal to hand grip force at varying wrist angles, Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES), Universiti Putra Malaysia, Serdang Selangor Malaysia, pp. 648-653 (2012).
- Gilho Jang, Chulwoo Lee, Ilwoy Lee, Youngjin Choi, Robotic index finger prosthesis using stackable double 4-DAR mechanisms, Mechatronics, Volume 23, Issue 3, April 2013, Pages 318-325, ISSN 0957-4158,

IV Hand grasping postures



V Signal analysis

