



Protocole expérimental du projet E-mOove

Pierre Moreau
`pierre.moreau@u-picardie.fr`

Encadré par :

Jérôme Bosche
`jerome.bosche@u-picardie.fr`

David Durand
`david.durand@u-picardie.fr`

19 Novembre 2020

Table des matières

1	Introduction	3
2	Le dispositif de capteurs	3
2.1	Perception Neuron Pro	3
2.2	Axis Neuron Pro	4
3	Unified Parkinson’s Disease Rating Scale	5
4	Enregistrement des données	7
5	Procédure pour la réalisation de l’évaluation motrice au CHU d’Amiens	7
6	Description du protocole expérimentale	8
	Glossaire	10
	Acronymes	10

1 Introduction

Le projet **E-mOove** est né d’une collaboration entre le laboratoire de Modélisation, Information et Systèmes (MIS) et l’unité CHIMERE au sein de l’institut GRECO, entre Michel Lefranc (CHIMERE/GRECO), Jérôme Bosche (MIS/GRECO) et David Durand (MIS/GRECO). L’objectif de ce projet est de pouvoir analyser, caractériser, classifier des mouvements en tout genre, dans les domaines du sport, de la musique ou encore de la santé. Chacun de ces domaines désire étudier les mouvements réalisés afin d’améliorer le geste, corriger des défauts ou faire apparaître les postures distinctives d’une pathologie. C’est d’ailleurs la maladie de Parkinson qui est le principal enjeu de ce projet, cette maladie neurovégétative entraîne des troubles de la mobilité. Actuellement, chaque patient doit se rendre à l’hôpital afin d’y être observé et filmé pendant qu’il effectue une série de mouvements et de postures décrites dans la section 5. Cette procédure est contraignante pour le patient qui doit se déplacer à l’hôpital et pour le diagnostique car les mouvements sont réalisés devant les médecins ce qui peut amener le patient à vouloir contrôler ses gestes.

C’est pourquoi nous utilisons un dispositif de MOCAP autorisant la récupération des données du patient après utilisation. Nous avons donc sélectionné la combinaison Perception Neuron Pro qui est composée de 17 capteurs sans fil permettant ainsi une installation simple. Ce dispositif peut donc être utilisée dans un milieu plus serein et moins stressant pour le patient (à son domicile). Les mouvements ainsi diversifiés et plus nombreux accorderont aux médecins plus d’aisance dans l’ajustement du traitement.

Ces données représentant la personne sous la forme d’un squelette en 3D (figure 1) seront exportées grâce au logiciel Axis Neuron Pro dédié à cette combinaison. Ainsi, nous disposons des données de positions et de rotations en 3 dimensions pour chacun des 17 capteurs de la combinaison. Ces données sont traitées grâce à des algorithmes qui exposeront les mouvements caractéristiques enregistrés.

2 Le dispositif de capteurs

2.1 Perception Neuron Pro

La combinaison Perception Neuron Pro (<https://neuronmocap.com>) est utilisée dans ce projet. Composée de 17 capteurs répartis sur le corps (figure 1), elle délivre 3 signaux de positions (px, py et pz) et 3 signaux de rotations (rx, ry et rz) par capteur. La hanche est le point repère de ce dispositif, elle contient toutes les données de déplacement dans l’espace de la personne. Les données des autres capteurs sont relatifs à ce point. Trois autres points du corps sont calculés par le logiciel : le cou et deux vertèbres. Finalement, 20 points composent le squelette, chacun d’entre eux délivre 6 signaux, on obtient alors 120 signaux pour le corps.

Dans la suite du projet, la combinaison Perception Neuron Studio sera uti-

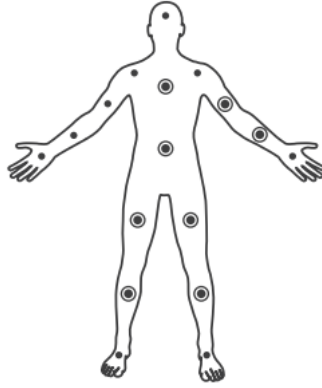


FIGURE 1 – Perception Neuron Pro - 17 capteurs

lisé afin de pouvoir capter les signaux des doigts, lesquels sont pertinents pour l’ajustement du traitement pour la maladie de Parkinson. Chaque main se décompose en 19 points (un sur chaque phalange) délivrant 6 signaux, on obtient alors un total de 114 signaux supplémentaires par main.

2.2 Axis Neuron Pro

Le logiciel Axis Neuron Pro (figure 3) retranscrit directement les mouvements effectués par l’utilisateur sur l’écran de l’ordinateur. Ce dernier récupère les données grâce à une antenne obtenue avec la combinaison. Lors d’un enregistrement de séquence, les données procurées par le logiciel sont au format brut, lequel n’est pas intuitif, ni utilisable directement avec nos algorithmes. C’est pourquoi nous exportons les données au format BVH. Il est composé de deux sections : la première décrivant la hiérarchie et la pose initial du squelette, la seconde contenant les données des mouvements.

Quelques pré-requis sur le logiciel sont nécessaire avant utilisation de la combinaison. Tout d’abord, les capteurs peuvent être calibrés dans leur boîte (Tool → Calibrate sensors). Cette étape n’est pas obligatoire mais doit être réalisée épisodiquement. Ensuite, 6 étapes essentielles admettent l’utilisation de la combinaison (figure 2) :

1. Connexion des capteurs au logiciel
2. Sélection du sexe et de la taille de l’utilisateur : cela permet de savoir, approximativement, les dimensions de chaque membre du corps.
3. Mise à zero du point de repère
4. Calibration des capteurs grâce aux 3 poses T, A et S (figure 4)
5. Enregistrement du mouvement : cela nécessite la sélection du nom de la scène enregistrée (section 4), puis un nouveau clique sur ce bouton arrête l’enregistrement

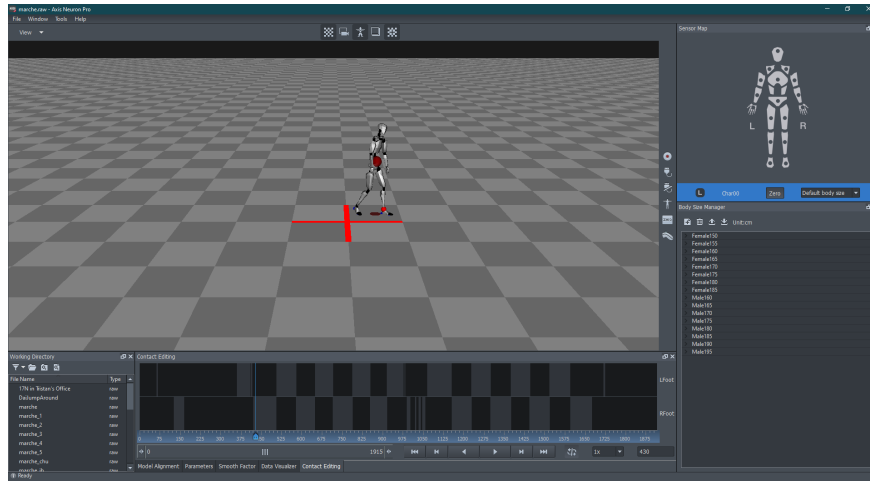


FIGURE 2 – Logiciel Axis Neuron Pro

6. Mets fin à la connexion des capteurs, permet aussi d'éteindre tous les capteurs

3 Unified Parkinson's Disease Rating Scale

Cette échelle sert de mesure pour quantifier la progression de la maladie de Parkinson et l'efficacité du traitement. Elle contient 14 items cotés en 5 points de 0 (normal) à 4 (perturbation maximale).

1. Parole
2. Expression faciale
3. Tremblements au repos
4. Tremblements d'action ou tremblement postural des mains
5. Rigidité
6. Tapotement des doigts
7. Mouvements des mains
8. Mouvements alternatifs rapides des mains
9. Agilité de la jambe
10. Se lever d'une chaise
11. Posture
12. Démarche
13. Stabilité posturale
14. Bradykinésie corporelle et hypokinésie

Ces items sont évalués par la procédure d'évaluation motrice du CHU (section 5), laquelle nous a permis de créer ce protocole expérimental.

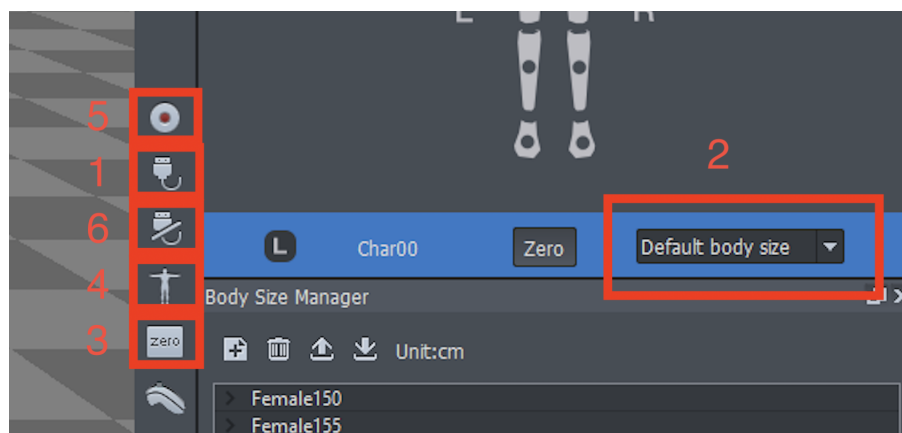


FIGURE 3 – Logiciel Axis Neuron Pro

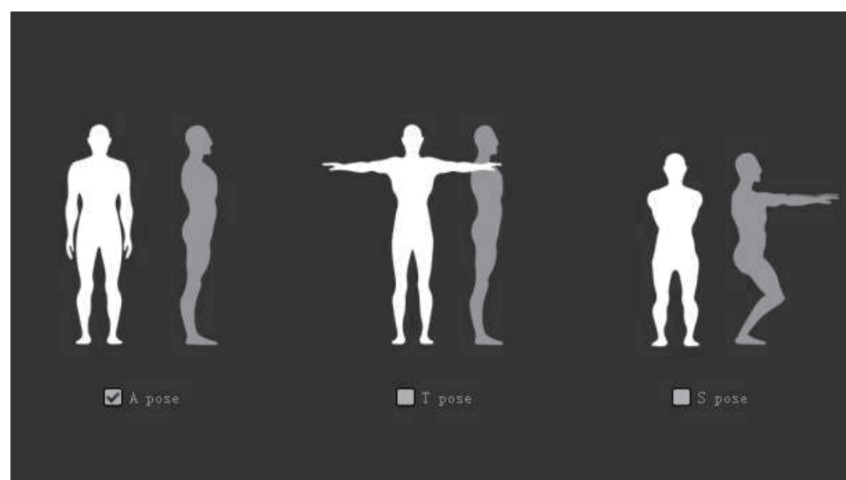


FIGURE 4 – Poses A, T et S

4 Enregistrement des données

Afin de pouvoir sauvegarder toutes les données de toutes provenance, nous avons mis en place un système de nommage des fichiers. La création de la base de données est réalisée en deux phase (section 6), ce qui implique la séparation des données d'entraînement et de test dans deux dossiers. Lors de la phase 1, tous les mouvements sont réalisés et enregistré séparément selon la méthode suivante :

1. L'enregistreur (initial)
2. Date et heure du premier enregistrement de l'utilisateur (chaque utilisateur est représenté par un numéro unique)
3. Le numéro du mouvement exécuté (01 pour valeur initiale)

Ces items sont ensuite joints les uns aux autres par un under-score dans l'ordre affiché.

Ensuite, lors de la phase 2, 5 mouvements choisis aléatoirement sont exécutés dans l'ordre d'une séquence donnée (certains mouvements peuvent être réalisés en même temps). Nous avons choisis la méthode suivant pour les nommer :

1. L'enregistreur
2. Date et heure de l'enregistrement
3. Numéro de la séquence

5 Procédure pour la réalisation de l'évaluation motrice au CHU d'Amiens

La procédure exécutée au CHU d'Amiens se comporte différemment de la notre. Elle est réalisée par un patient atteint de la maladie de Parkinson et se déroule donc dans l'hôpital.

1. Se placer au bout couloir de l'hôpital
2. Utiliser la chaise avec accoudoir
3. synchroniser l'enregistrement de la vidéo et du logiciel
4. Réaliser la séquence motrice toujours dans le même ordre :
 - (a) Faire parler le patient pour l'expression faciale et de la parole
 - (b) Taping avec la main droite puis la gauche (10 fois)
 - (c) Ouverture et fermeture de la main droite puis de la main gauche (10 fois)
 - (d) Mouvements alternatifs de la main droite puis de la gauche (rotation des poignets)
 - (e) Poser les bras sur les accoudoirs pour évaluer le tremblement au repos
 - (f) Manœuvre du bretteur pour évaluer le tremblement postural
 - (g) Manœuvre doigt-nez pour évaluer le tremblement cinétique (10 fois)

- (h) Agilité de la jambe droite puis de la gauche (10 fois)
 - (i) Mouvements du pied droit puis du gauche (10 fois)
 - (j) Laisser les membres inférieurs au repos pour évaluer le tremblement
 - (k) Lever de la chaise
 - (l) Marche aller-retour sur une distance de 7 mètres
 - (m) Pull test pour évaluer la posture
5. Une fois l'enregistrement terminé, évaluer les items de la rigidité

6 Description du protocole expérimentale

Cette procédure considère deux étapes. Tout d'abord, chaque mouvement est réalisé puis enregistré dans l'ordre comme inscrit dans la procédure expliquée dans la section 4. Ces données labellisées permettront l'entraînement des algorithmes.

Ensuite, les 5 mouvements de la séquence sélectionnée sont effectués dans l'ordre de la séquence, certains de ces mouvements peuvent être réalisés en parallèle. Cet enchaînement de mouvements sera précédé d'une marche sur une longueur de 2 mètres afin de pouvoir vérifier si les capteurs sont bien calibrés et avoir un point de référence.

Les séquences sont créées de manière aléatoire et numérotées dans l'ordre de création. Un classeur associe chacune des séquences à son numéro.

1. Marcher (10 pas)
2. Demi-tour
3. S'asseoir / Se lever
4. S'asseoir / Se lever les mains sur les épaules
5. Garde à vous
6. Rotation du poignet bras tendu (10 fois / poignet)
7. Toucher le nez avec l'index (10 fois)
8. Taper le pied sur le sol (10 fois / pied)
9. Lever de genou (10 fois / jambe)
10. Applaudir
11. Pas longs (5 fois)
12. Équilibre sur un pied puis l'autre
13. Reculer en marchant (10 pas)
14. Boire
15. Lancer une balle
16. Tremblement
17. Freezing
18. Regarder à gauche puis à droite

19. Acquiescer

20. Nier

21. Pull test

La combinaison utilisée actuellement ne concède pas d'obtenir les données des phalanges mais le dispositif Perception Neuron Studio le permet. D'autres mouvements contenus dans la procédure du CHU pourront être ajoutés afin de compléter la base de données :

- Taping

- Ouverture et fermeture de la main droite puis de la main gauche (10 fois)

Glossaire

Manœuvre du bretteur Elle consiste à tendre les bras en positionnant les deux index à quelques millimètres l'un de l'autre. Cela permet de déceler un éventuel tremblement d'attitude. 7

Pull test Consiste à tirer le patient vers soi afin de provoquer un déséquilibre pour observer sa réaction, ce qui permet d'évaluer les troubles liés à la maladie de Parkinson. 8, 9

Taping Toucher le pouce avec l'index. 7

Acronymes

BVH Biovision Hierarchy. 3, 4

MOCAP Motion capture. 3

UPDRS Unified Parkinson's Disease Rating Scale. 2, 5