



Sujet de stage M1 – M2

Comparaison des Systèmes de Mesure pour l'Estimation des Cinématiques et des Efforts Articulaires chez les Joueurs de Volleyball : Étude de la Tendinopathie Patellaire avec OpenSim

La plateforme de recherche hospitalo-universitaire CARTIGEN, en collaboration avec le laboratoire Euromov Health In Motion, étudie la tendinopathie patellaire chez les joueurs de volleyball du centre national de volleyball (CNVB). Cette pathologie est particulièrement fréquente dans ce sport, surtout à un niveau de performance élevé où la répétition des sauts est très importante.

L'objectif principal à long terme de ce projet est d'aider les athlètes et leurs entraîneurs à planifier la charge d'entraînement en fonction de la "fraîcheur tendineuse". Nous faisons l'hypothèse qu'il existe une différence de préférences motrices entre les joueurs sains et les joueurs tendinopathes lors de sauts analytiques (Countermovement Jump, Drop Jump).

Pour analyser et identifier ces stratégies motrices, nous avons réalisé des captures de mouvements de saut analytique pendant deux saisons, deux fois par saison. La MOCAP a été effectuée à l'aide de capteurs inertiels (IMU) Xsens couplés à des plateformes de force ForceDeck, afin de mesurer les forces de réaction au sol. L'utilisation des IMU permet de simplifier les procédures expérimentales et de réduire les temps d'expérimentations et d'analyses par rapport aux outils historiques utilisant des caméras optoélectroniques. Cependant, les modèles cinématiques fournis avec les IMU Xsens sont simplifiés. Il est donc nécessaire d'utiliser les modèles biomécaniques validés par la littérature pour estimer les angles articulaires de manière fiable [Rajagopal et al, 2016 ; Seth et al, 2018]. Cette étape est obligatoire pour calculer ensuite les efforts articulaires et musculaires via l'utilisation des IMU et des plateformes de force.

En parallèle, nous avons identifié des variables cinématiques permettant de distinguer les joueurs souffrant de tendinopathie patellaire des sujets sains, en utilisant notamment le score VISA issu d'un questionnaire clinique, bien que souvent subjectif. Pour objectiver cette étude, nous envisageons d'estimer à moyen terme les efforts tendineux à l'aide du logiciel OpenSim. Avant de procéder à cette estimation des efforts musculo-tendineux via les mesures MOCAP expérimentales, il est essentiel de vérifier que les estimations des cinématiques articulaires soient comparables entre différents systèmes de mesure (optoélectronique vs IMU) lorsque les données sont projetées sur un modèle biomécanique identique (OpenSim).

L'objectif principal du stage est de comparer des systèmes de mesure et/ou de comparer les modèles biomécaniques (Xsens VS Opensim) afin de valider les estimations cinématiques et dynamiques.

Toutefois, le stagiaire aura la possibilité d'explorer et d'expérimenter des méthodes de capture de mouvement sans marqueurs (Markerless Motion Capture) pour l'estimation des angles articulaires, à l'aide de deux caméras haute fréquence disponibles au laboratoire. Cette approche innovante pourrait ouvrir de nouvelles perspectives pour la capture de mouvement sur le terrain. To DO

- Expérience MOCAP + IMU + CAMERA RAPIDE → Objectif : Acquisition d'une base de données de différents capteurs.
- OpenSim → Comparaison reconstruction IMU vs Optoélectronique d'un point de vue cinématique.
- Création d'un modèle d'estimation des forces de réaction au sol via caméra + données plateformes de forces ??
- OpenSim → Estimation des efforts articulaires via calcul IMU VS Optoélectronique

Attentes et Résultats

- **Modèle Validé** : Validation de modèles capables d'estimer la cinématique et la dynamique via IMU. Si le stagiaire est suffisamment à l'aise, nous pourrions envisager d'estimer les efforts tendineux et articulaires de manière fiable à partir de différents systèmes de capture de mouvement.
- **Base de Données Complète** : Acquisition et intégration de données de haute qualité provenant de multiples capteurs pour une analyse approfondie.
- **Comparaison Fiable** : Établissement de la comparabilité entre les systèmes de mesure optoélectronique et IMU dans le cadre des analyses biomécaniques avec OpenSim.

Compétences Requises

- Connaissances en biomécanique et analyse du mouvement.
- Expérience avec les logiciels de modélisation biomécanique tels qu'OpenSim.
- Familiarité avec les systèmes de capture de mouvement (IMU, optoélectronique).
- Capacité à travailler avec des données expérimentales et à réaliser des analyses comparatives.

Contact

gilles.dusfour@umontpellier.fr

Profil

Ingénieur mécanique, biomécanique, STAPS.

Début : Janvier/Février/Mars 2024 pour une durée de 4 à 6 mois.

Références

Rajagopal, A., Dembia, C. L., DeMers, M. S., Delp, D. D., Hicks, J. L., & Delp, S. L. (2016). Full-body musculoskeletal model for muscle-driven simulation of human gait. *IEEE transactions on biomedical engineering*, 63(10), 2068-2079.

Seth, A., Hicks, J. L., Uchida, T. K., Habib, A., Dembia, C. L., Dunne, J. J., ... & Delp, S. L. (2018). OpenSim: Simulating musculoskeletal dynamics and neuromuscular control to study human and animal movement. *PLoS computational biology*, 14(7), e1006223.

