

Fiche de stage

Sujet du stage : Contrôle de l'équilibre lors de la marche sur les mains

Encadrant·e·s : Charlotte Le Mouel, Chargée de Recherches CNRS, et Hélène Pillet, Professeur des Universités

Date de début du stage : février – avril 2024

Durée du stage : 3 à 6 mois

Niveau d'études souhaité : Master 2

Laboratoire d'accueil : ISIR (*Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique*), Campus Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris.

Personne à contacter

Prénom Nom : Charlotte Le Mouel et Hélène Pillet

Email : charlotte.lemouel(at)normale.fr ; helene.pillet(at)ensam.eu

Envoyer votre candidature par mail, avec [*sujet du stage*] en objet, un CV et une lettre de motivation.

Date limite de dépôt de la candidature : 7 janvier 2024

Description du stage (en français)

Contexte :

Maintenir l'équilibre lors d'un mouvement dynamique est une tâche difficile qui, chez l'homme, nécessite la contraction coordonnée de plus de 600 muscles pour ajuster les forces agissant sur le corps. Pendant la marche et la course, les muscles individuels ne se contractent pas indépendamment, mais travaillent ensemble en synergie, ce qui entraîne des performances motrices significatives : les muscles qui s'opposent ne se contractent donc pas simultanément [1]. De plus, les adultes en bonne santé maintiennent leur équilibre en minimisant la rotation autour de leur centre de masse (CoM, vert sur la figure 1.A). Ils y parviennent en orientant la force exercée par les jambes sur le sol (Ground Reaction Force – GRF, violet sur la figure 1) de telle sorte qu'elle pointe vers le CoM (Figure 1.B) [2]. Les résultats préliminaires indiquent que, lors d'une marche manuelle réussie, les sujets maintiennent également leur équilibre en orientant le GRF vers le CoM (Figure 1.C). Cela nécessite de nouvelles synergies musculaires.

Objectifs du stage :

La tâche consiste à analyser les données expérimentales de gymnastes humains marchant sur les mains. L'objectif du stage est :

1. Trouver un prédicteur biomécanique du moment où les sujets perdront l'équilibre, en comparant les succès (Figure 1.C) et essais infructueux de marche manuelle.
2. Identifier les synergies musculaires permettant aux sujets de maintenir leur équilibre lors d'essais réussis de marche manuelle

Sous la co-tutelle de :

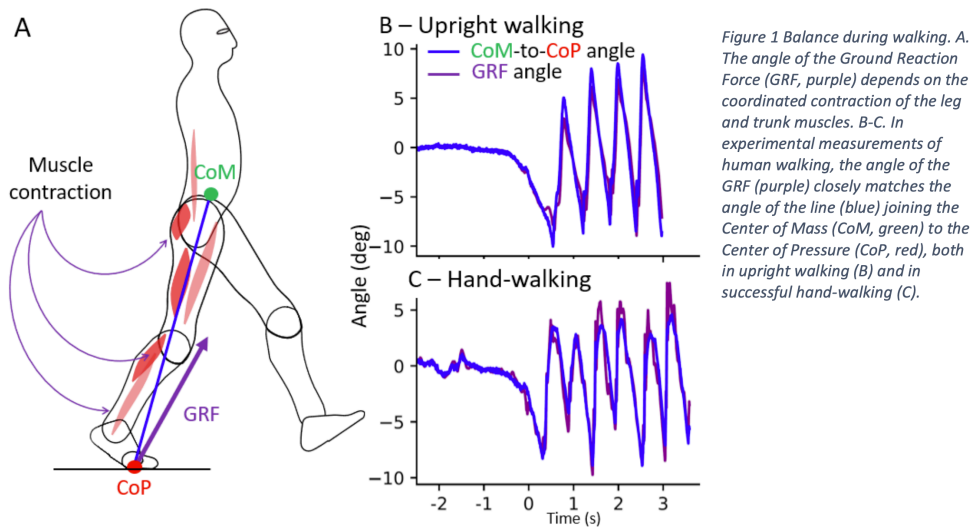


Figure 1 Balance during walking. A. The angle of the Ground Reaction Force (GRF, purple) depends on the coordinated contraction of the leg and trunk muscles. B-C. In experimental measurements of human walking, the angle of the GRF (purple) closely matches the angle of the line (blue) joining the Center of Mass (CoM, green) to the Center of Pressure (CoP, red), both in upright walking (B) and in successful hand-walking (C).

Référence :

- [1] E. Bizzi and V. C. K. Cheung, 'The neural origin of muscle synergies', *Front Comput Neurosci*, vol. 7, Apr. 2013.
- [2] H. Herr and M. Popovic, 'Angular momentum in human walking', *J Exp Biol*, vol. 211, no. Pt 4, pp. 467–481, Feb. 2008, doi: 10.1242/jeb.008573.

Description du stage (en anglais)

Subject: Control of balance when walking on the hands

Context:

Maintaining balance during dynamic movement is a challenging task which, in humans, requires the coordinated contraction of more than 600 muscles to adjust the forces acting on the body. During walking and running, individual muscles do not contract independently, but work together as synergies resulting in meaningful motor outputs: muscles which counteract each other thus do not contract simultaneously [1]. Moreover, healthy adults maintain balance by minimising rotation around their Center of Mass (CoM, green in Figure 1.A). They achieve this by orienting the force exerted by the legs onto the ground (Ground Reaction Force – GRF, purple in Figure 1) such that it points to the CoM (Figure 1.B) [2]. Preliminary results indicate that, during successful hand-walking, subjects also maintain balance by orienting the GRF to the CoM (Figure 1.C). This requires novel muscle synergies.

Internship:

The task is to analyse experimental data of human gymnasts walking on the hands. The goal of the internship is :

1. To find a biomechanical predictor of when subjects will lose their balance, by comparing successful (Figure 1.C) and unsuccessful hand-walking trials ;
2. To identify the muscle synergies allowing subjects to maintain balance during successful hand-walking trials.

Sous la co-tutelle de :

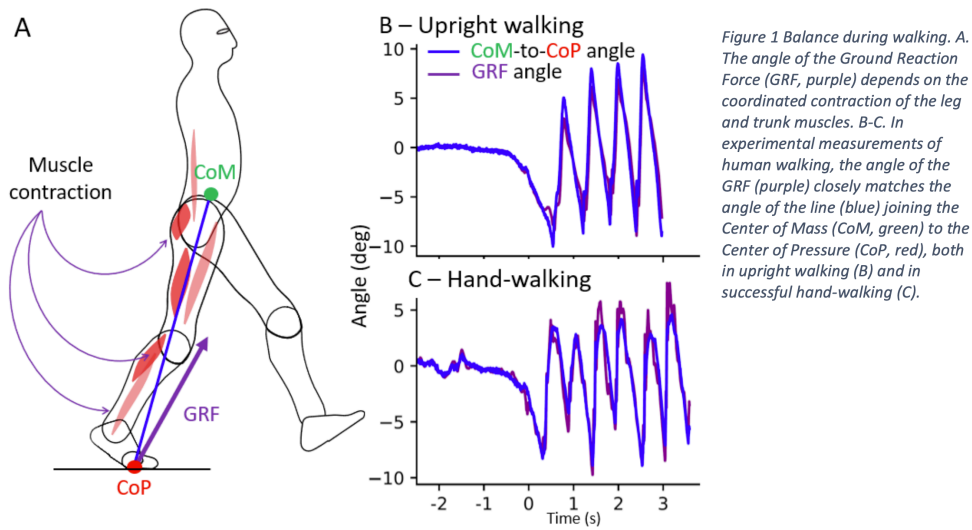


Figure 1 Balance during walking. A. The angle of the Ground Reaction Force (GRF, purple) depends on the coordinated contraction of the leg and trunk muscles. B-C. In experimental measurements of human walking, the angle of the GRF (purple) closely matches the angle of the line (blue) joining the Center of Mass (CoM, green) to the Center of Pressure (CoP, red), both in upright walking (B) and in successful hand-walking (C).

Reference :

- [1] E. Bizzi and V. C. K. Cheung, 'The neural origin of muscle synergies', *Front Comput Neurosci*, vol. 7, Apr. 2013.
- [2] H. Herr and M. Popovic, 'Angular momentum in human walking', *J Exp Biol*, vol. 211, no. Pt 4, pp. 467–481, Feb. 2008, doi: 10.1242/jeb.008573.

Sous la co-tutelle de :