

Développement et analyse d'une interaction homme-exosquelette des membres inférieurs

Préparer par :

- BOUDJEDIR Sara
- KENDEL Rabab

Problématique

Les enfants atteints de paralysie cérébrale présentent souvent une marche anormale, caractérisée par une amplitude articulaire réduite, une faiblesse musculaire et une dépense énergétique accrue. Les exosquelettes des membres inférieurs constituent une solution prometteuse pour faciliter la marche et améliorer la mobilité. Cependant, la conception de tels dispositifs exige une estimation précise des couples articulaires, des besoins d'assistance et des forces d'interaction entre le corps humain et l'exosquelette. Les essais expérimentaux sur des patients pédiatriques sont complexes et soumis à des contraintes éthiques. Il est donc nécessaire de disposer d'un cadre de simulation capable de prédire ces paramètres mécaniques et de fournir des spécifications de conception avant le développement du prototype.

Objective

Développer un cadre de simulation dynamique multibody pour analyser l'interaction homme-exosquelette des membres inférieurs lors de la marche des personnes atteintes de paralysie cérébrale, en déduire des spécifications de conception quantitatives et proposer une méthode d'évaluation sans prototype pour évaluer la conception et le confort dès les premières étapes du développement des futur d'exosquelettes d'assistance.

Input Data

Comme ce travail n'implique pas d'étude clinique, les données sur la paralysie cérébrale (PC) peuvent être collectées à partir de la littérature existante, ou les caractéristiques de la marche peuvent être approximées en adaptant les données biomécaniques dérivées d'adultes sains. Par exemple:

- Réduire la vitesse de 40 à 50 %
- Réduire l'amplitude de mouvement (ROM) de 30 %
- Augmenter le couple de 20 à 30 %
- réduire la longueur du pas

Output data

1. Couple articulaire
2. Pourcentage d'assistance nécessaire
3. forces d'interface
4. Range of motion
5. dimensions du mécanisme
6. Recommandations de conception finale

Tools

Musculoskeletal Modeling Software: pour comprendre l'impact biomécanique d'un exosquelette sur un enfant atteint de PC en simulant le mouvement humain, analyser les forces et les moments articulaires, estimer l'activité musculaire (comment l'exosquelette affecte les efforts musculaires) et évaluer la compatibilité cinématique

- **Opensim** (open source)
- **Anybody modeling system** (excellent but requires a licence)
- **Matlab** for inverse dynamic calculation

Methodologie

1. Collecte des données:
 - paramètres anthropométriques pour les enfants
2. Cinématique inverse:
 - angles articulaires
 - Recueil des forces de réaction au sol (FRS)
3. Développement d'un modèle multicorps
4. Dynamique inverse:
 - Calculer les couples articulaires pour déterminer l'effort mécanique requis lors de la marche à l'aide des équations de **Newton-Euler**
 - Justifiez les valeurs d'assistance nécessaires
5. Interpretation des résultats