

Prédiction de la cinématique de la marche d'enfants atteints paralysie cérébrale par apprentissage profond

Michel LE DEZ^{1,2}, Mathieu LEMPEREUR^{1,2}, Laetitia HOUX^{1,2}, Maxime DEVANNE³

¹CHU de Brest, Hôpital Morvan, service de médecine physique et de réadaptation, F-29200 Brest, France

²Univ Brest, LaTIM INSERM U1101, F-29200 Brest, France

³Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal EA 7499, Université de Haute-Alsace, F-68100 Mulhouse, France

mathieu.lempereur@chu-brest.fr

Objectifs : Les cliniciens ont besoin d'outils précis pour interpréter les résultats des analyses quantitatives de la marche (AQM). La prédiction de la marche peut grandement les aider à affiner et à ajuster les traitements. Si des travaux précédents [1,2] ont exploré l'utilisation de l'apprentissage profond pour prédire des mouvements spécifiques (flexion/extension du genou et de la cheville), notre étude vise à aller plus loin en proposant une méthode capable de prédire l'ensemble des mouvements articulaires lors de la marche.

Question de recherche : L'apprentissage profond permet-il de prédire la cinématique de la marche d'enfants avec paralysie cérébrale (PC) n'ayant eu aucun traitement (injection de toxine botulinique ou chirurgie) ?

Méthode : Les données de marche de 42 enfants (10 ans) atteints de PC due à une prématurité, collectées au CHU de Brest entre 2006 et 2024, ont servi à cette étude. Ces données issues de 94 sessions d'AQM espacées en moyenne de 21 mois, incluent 1466 cycles de marche. Pour chaque cycle, 11 angles articulaires par membre ont été utilisés. Un réseau récurrent bidirectionnel à une couche avec 512 neurones a été entraîné pour prédire la cinématique. 85% des données sont utilisés pour l'apprentissage et 15% pour le test du réseau.

Résultats : Le modèle démontre la capacité à prédire la cinématique de la marche avec une erreur moyenne quadratique (RMSE) de 10.15° sur les données de test (219 cycles de marche). La RMSE varie entre 3.06° (inclinaison du pelvis) et 12.66° (flexion/extension du genou).

Conclusions : Cette étude prouve la faisabilité de prédire à presque 2 ans la cinématique de la marche chez des enfants atteints de PC à l'aide l'apprentissage profond. L'intégration de données supplémentaires telles que le bilan clinique, le temps entre les sessions pourrait améliorer encore les performances du modèle.

Bibliographie

[1] Khan A, Hazart A, Galarraga O, Garcia-Salicetti S, Vigneron V. (2022). Treatment Outcome Prediction Using Multi-Task Learning: Application to Botulinum Toxin in Gait Rehabilitation. *Sensors (Basel)*, 22(21), 8452.

[2] Khan A, Galarraga O, Garcia-Salicetti S, Vigneron V. (2024). Phase-Based Gait Prediction after Botulinum Toxin Treatment Using Deep Learning. *Sensors (Basel)*, 24(16), 5343.