

Sujet de stage Master 2:

Estimation des paramètres spatio-temporels de marche à partir de vidéo monoculaire

Organisme d'accueil

— Laboratoire ICube: Le laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie (The Engineering science, computer science and imaging laboratory), <http://icube.unistra.fr/>

— CNRS, Délégation Alsace, France, <https://www.alsace.cnrs.fr/>

Lieu de travail et salaire

Place de l'hôpital, Strasbourg (67), France.

Salaire : 600€/mois environ pour une durée de 6 mois.

Encadrants

Hyewon Seo (ICube, Univ. Strasbourg), seo@unistra.fr

Diwei Wang (ICube, Univ. Strasbourg), d.wang@unistra.fr

Date de début

janvier 2023 ~ mars 2023.

Contexte

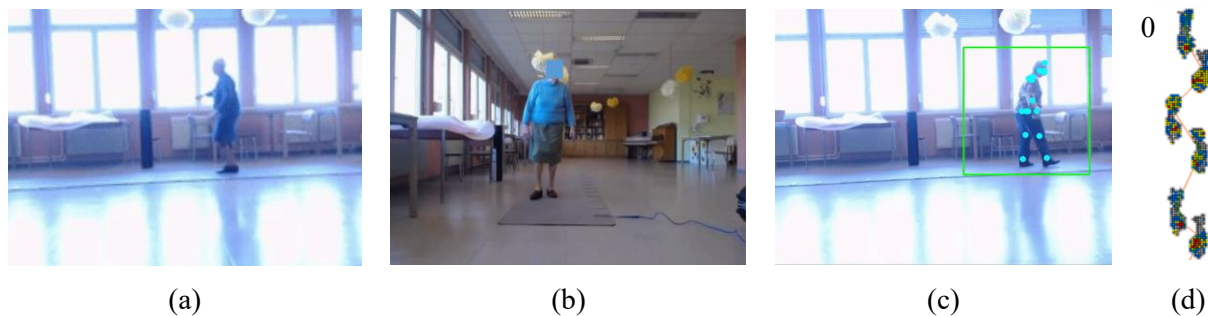


Figure 1: Des marches de 10 mètres ont été capturés et analysés à Hôpital de la Robertsau, à l'aide du système GAITRite [1], chez plus de 40 patients souffrant de la maladie d'Alzheimer ou de la démence à corps de Lewy. Deux vidéos ont été enregistrées en même temps, une de la vue latérale (a) et la seconde de la vue frontale (b). Des positions articulaires 2D ont été estimées par OpenPose [2] (c). GAITRite produit les paramètres spatio-temporels tel que la vitesse de marche, la cadence (pas/min), la longueur de pas, et le temps de cycle.

Les maladies neurodégénératives (MND) sont des maladies chroniques responsables d'une perte d'autonomie fonctionnelle et de dépendance dont le premier facteur de risque connu est l'âge. Ils provoquent souvent des troubles moteurs tels que tremblements au repos, rigidité, bradykinésie et instabilité posturale. L'analyse de la marche est fréquemment utilisée dans les applications cliniques pour détecter ces anomalies (Figure 1). Cependant, les évaluations reposant sur des capteurs portables sont coûteuses et parfois intrusives;

les systèmes commerciaux d'analyse de mouvement 3D nécessitent des caméras soigneusement calibrées pour collecter des données vidéo multi-vues, et ne sont donc pas pratiques. Par conséquent, nous nous intéressons à estimer les paramètres de marche cliniquement pertinents avec uniquement des vidéos de patients monoculaires. L'objectif général est d'obtenir des estimations comparables à celles du système de piste électronique « GAITRite » [1], qui contient des sections de capteurs encapsulés.

Objectifs

Nous visons à estimer les paramètres spatio-temporels à partir des vidéos de marche de caméra fixe mais variable pour chaque séquence. Ces vidéos que nous traiterons contiennent déjà des positions articulaires 2D estimées par OpenPose [2]. Les positions articulaires 3D peuvent être estimées par un modèle de réseau de neurones développé au laboratoire [3].

Cette tâche est composée de:

1. Raffiner/compléter les positions articulaires 2D estimées, si nécessaire.
2. Dédire la cadence, le nombre de pas, la durée du pas, la largeur de pas moyenne, le coefficient de variation de la largeur/durée de pas, etc.

Deux approches possibles sont considérées pour la 2eme tâche:

1. Méthodes de traitement du signal. Nous pouvons identifier cycles de marche en calculant la valeur d'autocorrélation de la position/accélération de l'articulation dans le temps [4]. Nous pouvons également calculer la cadence en identifiant les attaques talon, ce qui peut être fait en différenciant les positions verticales de la cheville au fil du temps et en trouvant 35 % de la différence maximale de vitesse [5].
2. Méthode d'apprentissage automatique. Nous pouvons distinguer les différentes phases de marche (*Figure 2*) en appliquant un régresseur d'arbres supplémentaires (extra trees régresseur) sur les angles d'articulation [6].

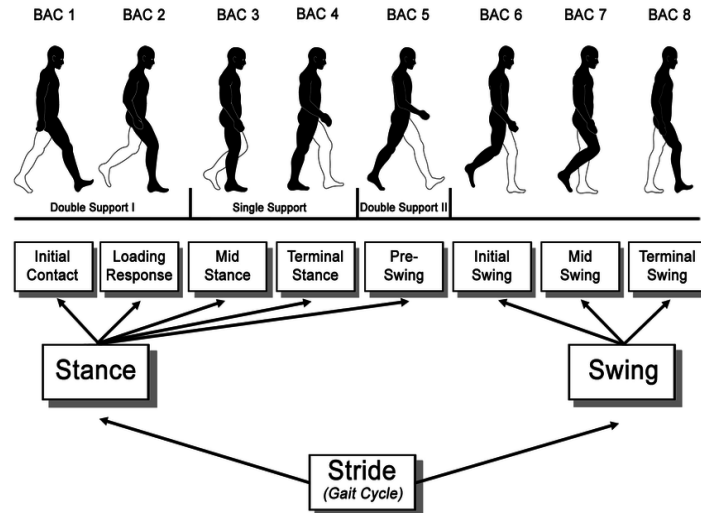


Figure 2: Phases d'un cycle de marche normal [7].

Nous allons ensuite comparer les paramètres estimés aux paramètres acquis par le système d'analyse de la marche « GAITRite ».

Enfin, compte tenu des résultats expérimentaux, nous allons concevoir une métrique d'évaluation. À l'aide de vidéos de marche, cette métrique nous permet d'évaluer les performances des méthodes de reconstruction de mouvement humain 3D basées sur la vidéo (e.g. [8]).

Compétence attendue

- Master en informatique, apprentissage automatique ou traitement du signal
- Expérience de la programmation en Python et Pytorch/Tensorflow
- Bonne notion de la modélisation cinématique est un plus

References

- [1] <https://www.gaitrite.com/>
- [2] Cao, Zhe, et al. "Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields", *Proc. IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2017.
- [3] Wang, Diwei and Seo, Hyewon. "Dementia detection and classification in gait videos based on 3D human pose estimation", sous preparation, 2023.
- [4] Park, Sangjin, and Sangil Choi. "Measurement method of determining natural and unnatural gaits using autocorrelation coefficients", *Multimedia Tools and Applications* (2021): 1-19.
- [5] Ng, Kimberley-Dale, et al. "Measuring gait variables using computer vision to assess mobility and fall risk in older adults with dementia", *IEEE journal of translational engineering in health and medicine* 8 (2020): 1-9.
- [6] Jung, Erik, et al. "Applied Machine Learning on Phase of Gait Classification and Joint-Moment Regression", *Biomechanics* 2.1 (2022): 44-65.
- [7] Stöckel, Tino, et al. "The mental representation of the human gait in young and older adults", *Frontiers in psychology* 6 (2015): 943.
- [8] Kocabas, Muhammed, et al. "PARE: Part attention regressor for 3D human body estimation", *Proc. IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, 2021.