

SEGMENTATION DU *Parsimonious Oscillatory Model of Handwriting* ET APPLICATION À LA DÉTECTION D'ENFANTS DYSGRAPHIQUES

Vincent Brault, Yunjiao Lu et Jean-Charles Quinton

Sur un projet en partenariat avec Jérôme Boutet, Caroline Jolly, Etienne Labyt et Raphaël Lambert

La maîtrise de l'écriture manuscrite reste essentielle pour une intégration réussie dans la société, mais elle repose sur un long processus d'apprentissage. Les troubles de l'écriture, appelés dysgraphies, peuvent donc avoir des conséquences graves, de la petite enfance à l'âge adulte. En France, la détection de ces troubles se fait généralement à l'aide du test *Brave Handwriting Kinder* (ou *BHK* ; voir Hamstra-Bletz et al. (1987) et son adaptation française par Charles et al. (2004)) consistant à faire écrire des enfants pendant 5 minutes et à faire évaluer ce texte selon 13 critères par un spécialiste en psychomotricité. L'un des inconvénients de cette procédure est qu'elle est longue et fastidieuse et qu'un certain nombre d'enfants peuvent ne pas être diagnostiqués.

Pour contourner ce problème, l'une des pistes explorée dans le cadre du post-doc de Yunjiao Lu est de s'appuyer sur le *Parsimonious Oscillatory Model of Handwriting* (ou modèle *POMH* ; voir André et al. (2014)) qui part du principe que l'écriture est le résultat de deux oscillateurs orthogonaux :

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = a_x(t) \sin(\omega_x(t) \times t + \phi_x(t)) \\ \dot{y}(t) = a_y(t) \sin(\omega_y(t) \times t + \phi_y(t)) \end{cases}$$

où \dot{x} (resp. \dot{y}) est la vitesse des abscisses (resp. ordonnées) et l'amplitude a_x , la période ω_x et la phase ϕ_x (resp. a_y , ω_y , ϕ_y) sont constantes par morceaux. En trouvant les instants où les fonctions changent de valeurs, les auteurs reconstruisent les traces faites par les enfants. Dans son post-doc, Yunjiao Lu montre que l'estimation du nombre et des emplacements des ruptures dans ces fonctions influent sur la reconstruction et semblent varier suivant la qualité de l'écriture (voir Lu et al. (2022)) ; elle essaie notamment d'estimer l'influence des paramètres de filtrage sur l'aide à la prédiction d'un diagnostic de dysgraphie.

Dans cet exposé, nous étudierons une autre piste pour estimer les emplacements de ruptures. Après avoir exposé la problématique, nous montrerons que le modèle *POMH* peut être vu comme un modèle de segmentation où la programmation dynamique permet d'estimer les emplacements de ruptures. Nous démontrerons également que la forme particulière du modèle permet au maximum de vraisemblance d'être un estimateur consistant de l'emplacement mais surtout du nombre de ruptures. Nous terminerons par une étude de cette modélisation sur la détection de la dysgraphie.

References

- G. André, V. Kostrubiec, J.-C. Buisson, J.-M. Albaret, et P.-G. Zanone. A parsimonious oscillatory model of handwriting. *Biological cybernetics*, 108(3):321–336, 2014.
- M. Charles, R. Soppelsa, et J.-M. Albaret. Bhk: échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant. Ecpa, 2004.
- L. Hamstra-Bletz, J. DeBie, B. Den Brinker, et al. Concise evaluation scale for children's handwriting. *Lisse: Swets*, 1:623–662, 1987.
- Y. Lu, J. Boutet, V. Brault, C. Jolly, E. Labyt, R. Lambert, et J.-C. Quinton. Number of zero velocity points: a critical parameter for handwriting model estimation towards dysgraphia diagnosis assistance. Dans *53èmes journées de statistique*, 2022.