

Analyse du geste basée sur la topologie algébrique pour l'apprentissage humain de gestes techniques dans un environnement virtuel

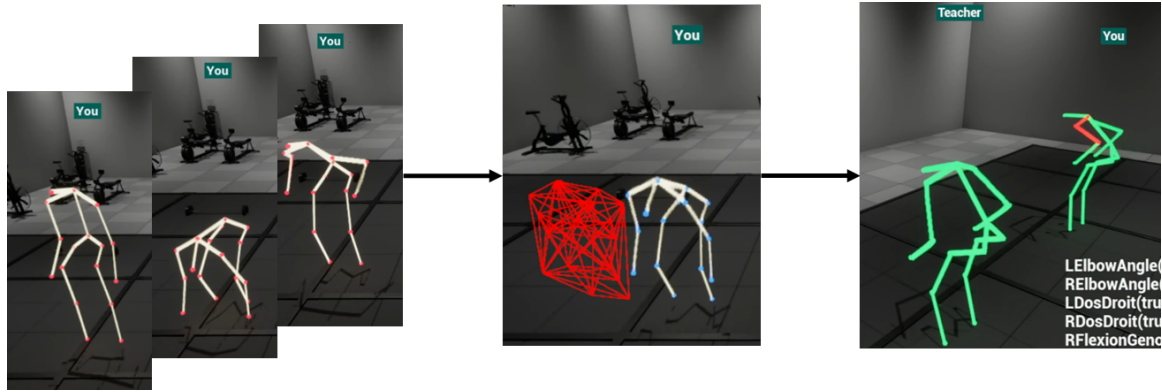


Figure 1: Les 3 blocs d'un environnement numérique d'apprentissage de gestes : la capture du geste, l'analyse et la proposition d'un retour permettant à l'apprenant de s'améliorer.

Contacts

Wassim RHARBAOUI (wassim.rharbaoui@univ-poitiers.fr)

Ludovic HAMON (ludovic.hamon@univ-lemans.fr)

Mots-clefs

Analyse topologique, capture de mouvement, nuages de points, informatique graphique

Contexte

De nombreuses disciplines reposent sur la réalisation de gestes *techniques*, c'est-à-dire des gestes qui demandent une expertise et s'acquièrent par apprentissage. Le geste revêt un caractère moteur, l'aspect fonctionnel (son objectif) et structurel (les connaissances de l'apprenant et le contexte de la situation d'apprentissage) [3]. L'apprentissage du nécessite souvent l'intervention d'un enseignant, chargé d'observer l'apprenant et de le guider. Cependant, cela soulève plusieurs difficultés : l'enseignant ne peut superviser efficacement plusieurs apprenants au même moment. En outre, l'enseignant constitue une ressource pédagogique qui n'est pas disponible en tout temps. En conséquence, selon les disciplines, certains enseignants fournissent d'autres ressources pédagogiques telles que des vidéos pour pallier en partie ce problème ou compléter leurs approches pédagogiques. De plus, les vidéos souffrent d'un déficit relatif à la perception de la profondeur et la limitation des angles de caméras prédéfinis. Une autre possibilité consiste à concevoir et utiliser des environnements virtuels dans lequel un avatar 3D anthropomorphe démontre le geste. L'apprenant peut ainsi contrôler l'animation de l'avatar et l'observer sous n'importe quel angle de vue. Des fonctions d'évaluation automatique du geste peuvent être implantées basées sur des descripteurs du geste [1]. Ainsi, l'objectif est de permettre à un enseignant de concevoir des exercices que l'apprenant peut réaliser à tout moment, avec des retours adaptées à sa performance [2, 5]. Cependant, ces environnements virtuels centrés sur l'apprentissage d'un geste restent limités car ils sont le plus souvent conçus pour une discipline précise et sont difficilement réutilisables, ce qui oblige à investir beaucoup d'efforts en termes d'ingénierie pour chaque nouvelle discipline ou pour les adapter aux besoins spécifiques d'un enseignant. Une partie de cette limite vient du fait que l'analyse du geste repose directement sur l'expertise de l'enseignant, qui n'est pas toujours facile à traduire en descripteurs. S'y ajoutent des variations liées aux morphologies.

Objectifs du stage

Un geste est généralement représenté comme un nuage de points labellisés évoluant au cours du temps. L'analyse topologique de données [4] est une approche bien établie pour l'étude de ce type de données et peut offrir des descripteurs qui s'affranchissent de la notion de distance entre points,

dont découlent notamment les problématiques liées à la morphologie. Toutefois, leur valeur ajoutée comparée aux descripteurs classiques (géométriques, cinématiques ou dynamiques) reste encore à démontrer, de même que leur expressivité pour l'apprentissage humain. L'objectif de ce stage est d'explorer la pertinence d'une analyse fondée sur la topologie algébrique dans le contexte de l'apprentissage de gestes en environnement virtuel. Pour ce faire, le travail de stage s'articulera autour de 4 jalons : (1) Sélectionner un ensemble de gestes et identifier, pour chacun, les critères d'observation mobilisés par les experts ; (2) Constituer un jeu de données, étiquetées par un expert, comprenant des gestes réalisés à l'aide d'outils de capture de mouvements (basés marqueurs en première approche). Cela inclut la prise en main de l'outil, la captation et le nettoyage des données à l'aide des fonctionnalités du logiciel propriétaire de captation Qualisys Track Manager; (3) Implanter un pipeline d'analyse paramétrable, c'est-à-dire dans lequel il est possible de choisir un ensemble de descripteurs classiques et topologique, prenant en entrée un geste représenté sous la forme d'un nuage de points labellisés évoluant dans le temps, et produisant un *rapport d'analyse* dont la forme est à définir; (4) Mener une étude sur la pertinence de l'approche basée sur la topologie algébrique par rapport à une approche basée sur des descripteurs classiques.

Compétences recherchées

- Master 2 (ou équivalent) en informatique, traitement du signal ou domaine connexe ;
- Une expérience ou une expertise liée au geste (danse, arts martiaux, musculation, etc.) constituera un plus.
- Intérêt marqué pour la recherche et l'informatique graphique (rendu, modélisation, analyse) ;
- Goût pour les disciplines fondamentales (mathématiques, topologie algébrique, etc.) ;
- Compétences en programmation, Python ou C++. Familiarité avec des logiciels de modélisation 3D ou des moteurs de jeux (atout apprécié) ;

Autres informations

- Lieu : laboratoire XLIM, site du futuroscope, Poitiers;
- Début, Durée : au plus tard fin mars, 6 mois;
- Rémunération : gratification de stage en vigueur en 2026 ($\approx 630\text{€}/\text{mois}$);
- Date limite de candidature : 12/12/2025 à 23h59

Pour postuler à cette offre, merci d'envoyer une copie de votre CV ainsi que votre relevé de notes M1 aux adresses de contact indiquées plus haut.

Bibliographie

- [1] Caroline Larboulette and Sylvie Gibet. A review of computable expressive descriptors of human motion. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Movement and Computing*, pages 21–28, 2015.
- [2] Simon Senecal, Niels A Nijdam, Andreas Aristidou, and Nadia Magnenat-Thalmann. Salsa dance learning evaluation and motion analysis in gamified virtual reality environment. *Multimedia Tools and Applications*, 79(33):24621–24643, 2020.
- [3] Lucile Vadcard. Simulation-based learning for technical gestures in health care: What kind of experience is required? In *Simulation Training through the Lens of Experience and Activity Analysis: Healthcare, Victim Rescue and Population Protection*, pages 27–42. Springer, 2022.
- [4] Larry Wasserman. Topological data analysis. *Annual review of statistics and its application*, 5(2018):501–532, 2018.
- [5] Erwin Wu, Takayuki Nozawa, Florian Perteneder, and Hideki Koike. Vr alpine ski training augmentation using visual cues of leading skier. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, pages 878–879, 2020.