



HAL
open science

Pipeline initial pour l'évaluation automatique du geste en odontologie

Mohamed Nail Hefied

► **To cite this version:**

Mohamed Nail Hefied. Pipeline initial pour l'évaluation automatique du geste en odontologie. RJC-EIAH 2024, Le Mans Université, Jun 2024, Laval, France. pp.218-222. hal-04682602

HAL Id: hal-04682602

<https://hal.science/hal-04682602v1>

Submitted on 30 Aug 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Pipeline initial pour l'évaluation automatique du geste en odontologie

Mohamed Nail Hefied^[0009-0002-0230-4254], 2^e année de thèse

LIUM, Le Mans Université, France
mohamed_nail.hefied@univ-lemans.fr

Abstract. Ce travail propose un premier pipeline opérationnalisé d'évaluation automatique des gestes de chirurgie dentaire (notamment la posture), basé sur les besoins d'observation d'enseignants. Ce pipeline (une chaîne de traitement, allant de la capture de mouvements jusqu'aux feedbacks) vise à soutenir l'apprentissage dans des situations précliniques pour les premières années d'études en odontologie. En entrée, il utilise une kinect DK pour capturer le mouvement de l'apprenant en temps réel et calcule ensuite des descripteurs formalisés à partir des besoins d'observations de l'enseignant. Le système compare les valeurs obtenues aux valeurs d'acceptabilité fournies par l'enseignant et le résultat de l'évaluation est restitué à l'apprenant (par exemple "Bonne posture", "Mauvaise posture, le dos n'est pas droit"). En outre, l'apprenant peut visualiser son avatar (squelette) reproduisant son mouvement en temps réel pour améliorer ses postures.

Keywords: évaluation automatique du geste, capture de mouvements, EVAH, odontologie

1 Introduction

La formation en odontologie commence par une période préclinique (préalable au travail sur de vrais patients), consacrée à l'apprentissage des procédures les plus courantes telles que l'examen clinique, la préparation d'une cavité, la préparation d'une dent pour la pose d'une couronne, etc. Ces procédures sont effectuées sur des simulateurs conventionnels (appelés aussi fantômes) qui sont des mannequins équipés de mâchoires artificielles sur lesquels les étudiants travaillent avec les instruments réels du dentiste. Pendant la réalisation de ces procédures, le non-respect des consignes de posture est un défaut récurrent chez les étudiants en début de formation. Pour prévenir les pathologies, comme le développement de Troubles Musculo-Squelettiques (TMS), il est important d'apprendre à adopter une bonne posture de travail[1]. Le but de cette étude est d'implémenter un prototype d'évaluation automatique de la posture intégrant les Besoins d'Observation (B.O.) des enseignants pour les assister en séance de travaux pratiques (TP) et pour permettre aux étudiants de se concentrer sur les procédures tout en se voyant rappeler les bonnes postures.

2 Revue de la Littérature

Une des approches d'évaluation automatique de la posture, issue du milieu industriel, exploite les données captées par les systèmes de capture de mouvement (mocap) pour la surveillance du risque postural ergonomique pendant une tâche, notamment via le calcul d'un score appelé RULA (de 1 sûr à 7 dangereux) [6, 8, 5]. Le score RULA a été adapté à la pratique des professionnels de la santé bucco-dentaire [6]. Cependant, il est raisonnable de s'interroger sur l'efficacité pédagogique d'une telle approche basée sur les scores, car elle ne fournit pas les informations sur les aspects incorrects spécifiques du geste.

Actuellement, les technologies de capture de mouvements sont capables d'enregistrer diverses activités motrices pour les analyser, les évaluer, ou pour développer des Environnements Virtuels (EV) pour l'Apprentissage Humain (EVAH) dédiés à l'apprentissage de gestes. Les données de mouvement sont souvent représentées par un arbre d'articulations (pose), où chaque nœud contient des séries temporelles de positions et orientations en 3D, permettant de visualiser un avatar démontrant les gestes techniques à apprendre [4, 7]. En outre, l'évaluation automatique du geste nécessite de traduire les besoins d'observations exprimés par les experts, via leur vocabulaire métier, en indicateurs interprétables, provenant d'un calcul utilisant d'autres indicateurs, des descripteurs (non interprétables par l'utilisateur final) ou des traces issues ici des données de mouvement capturé [7]. Larboulette et Gibet, ont passé en revue l'ensemble des descripteurs de mouvements expressifs tous basés sur des caractéristiques cinématiques, dynamiques et géométriques [3]. Ainsi, ce travail entend répondre aux questions de recherches suivantes :

- *Quels indicateurs doit-on créer en fonction des besoins d'observation ?*
- *Quelles sont les valeurs d'acceptabilités (intervalle/seuil) pour ces indicateurs ?*

L'apprentissage des gestes peut être envisagé selon trois points de vue non exclusifs : (a) l'observation et l'imitation des gestes des experts [4, 7] (b) l'apprentissage des caractéristiques géométriques, cinématiques et dynamiques et (c) la réalisation d'une séquence d'actions [2] (souvent au détriment de l'apprentissage des mouvements sous-jacents). Dans ce contexte, la stratégie pédagogique peut varier d'un enseignant à l'autre pour une même tâche. Cependant, la plupart des EVAH actuels, excepté pour le sport, les opérations chirurgicales et la rééducation, négligent le processus d'évaluation basé sur le mouvement (négligent (a) et (b)). Dans la section suivante, un pipeline d'évaluation automatique de geste est proposé sur la base de descripteurs géométriques calculés à partir de postures temps réel, avec des retours renvoyés à l'utilisateur en EV.

3 Méthodes et pipeline proposés

La figure 1 (a) illustre le pipeline d'évaluation automatique du geste proposé et implémenté constitué de cinq modules.

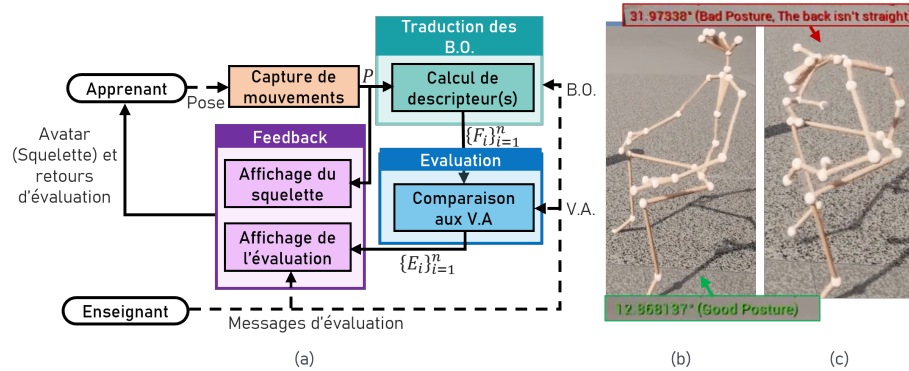


Fig. 1. (a) pipeline d'évaluation automatique du geste (b) Avatar (Squelette) et retour d'évaluation en vert "12.87° (Bonne posture)" en cas de bonne posture (c) Avatar (Squelette) et retour d'évaluation en rouge "31.97° (Mauvaise posture, le dos n'est pas droit)".

Capture de mouvement : les poses de l'apprenant sont enregistrées en utilisant une caméra de profondeur kinect DK, *markerless*, permettant de capter 32 articulations. Ce module retourne continuellement (30 fps) une structure P contenant les positions (X, Y, Z) de toutes les articulations pour une pose.

Calcul de descripteur(s) : ce module calcule des descripteurs pour chaque besoin d'observation de l'enseignant. Par exemple, pour le B.O. "L'axe longitudinal du torse est vertical, ce qui favorise la courbure naturelle de la colonne vertébrale : lordose cervicale, cyphose thoracique, lordose lombaire." [1], l'angle entre la verticale (soit le vecteur \vec{V}) et la droite qui passe par les articulations "BASSIN" et "COU" (soit le vecteur \vec{BC}) de la kinect est calculé selon l'équation : $\theta = \text{atan2} \left(\left\| \vec{V} \times \vec{BC} \right\|, \vec{V} \cdot \vec{BC} \right)$. Au final, ce module renvoie n descripteurs ou *features* $\{F_i\}$.

Comparaison aux valeurs d'acceptabilités (V.A.) : ce module compare les valeurs des descripteurs aux valeurs d'acceptabilités fournies par l'enseignant pour renvoyer, en sortie, n évaluations $\{E_i\}$ pour tous les besoins d'observation formalisés en descripteurs. Il s'agit de sorties booléennes (B.O. validé ou non) qui vont conditionner le feedback à l'apprenant.

Affichage de l'évaluation : en fonction de l'évaluation fournie en entrée, ce module intègre les messages de l'enseignant à afficher, en temps réel, à l'apprenant, par exemple, "Bonne posture", "Mauvaise posture, le dos n'est pas droit" (figure 1 (a) et (b)).

Affichage du squelette : ce module génère le squelette (avatar) de l'apprenant pour l'afficher en temps réel (figure 1 (a) et (b)). En outre, le squelette de l'enseignant sera aussi affiché à des fins de démonstration et de comparaison visuelle pour l'étudiant par rapport à ses propres gestes.

4 Discussion et perspectives

Le système évalue la posture à adopter selon le respect des contraintes formalisées sous forme de descripteurs qui répondent spécifiquement aux besoins d'observations de l'enseignant, permettant ainsi de rendre le système d'évaluation interprétable par les utilisateurs finaux. Il faut toutefois déterminer les descripteurs à considérer et leurs valeurs d'acceptabilités. Le pipeline présente des limitations relatives à la réingénierie en cas d'évolutions des besoins d'observation. En conséquence, les travaux futurs porteront sur l'analyse de la posture, l'orientation de l'assise du praticien et le point d'appui de la main tenant l'outil rotatif. Les besoins d'observations seront identifiés à partir de l'analyse des pratiques en situation préclinique et à l'aide d'interviews des enseignants. Les travaux porteront aussi sur la mise en place d'un pipeline utilisant l'algorithme Random Forest (efficace sur peu de données) pour former un modèle basé sur des descripteurs conçus pour couvrir l'évolution des besoins d'observation. L'objectif est de réaliser un modèle par besoin, permettant de fournir un retour plus détaillé qu'une évaluation globale souvent binaire ou appréciant le geste dans son ensemble ((non)acceptable, débutant/avancé, etc.) retrouvée en littérature.

Remerciements : Je tiens à remercier le soutien de l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre du financement du projet ANR PRCE EVAGO (ANR-21-CE38-0010).

References

1. ADF: Ergonomie et posture recommandations aux professionnels de la santé bucco-dentaire (2021), <https://adf.asso.fr/articles/ergonomie-n-en-faites-pas-l-economie>
2. Djadja, D., Hamon, L., George, S.: Design of a Motion-based Evaluation Process in Any Unity 3D Simulation for Human Learning. In: Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. pp. 137–148 (2020). <https://doi.org/10.5220/0008989001370148>, <http://www.scitepress.org/DigitalLibrary/Link.aspx?doi=10.5220/0008989001370148>
3. Larboulette, C., Gibet, S.: A review of computable expressive descriptors of human motion. In: Proceedings of the 2nd International Workshop on Movement and Computing. pp. 21–28. ACM (Aug 2015). <https://doi.org/10.1145/2790994.2790998>, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2790994.2790998>
4. Liu, J., Zheng, Y., Wang, K., Bian, Y., Gai, W., Gao, D.: A Real-time Interactive Tai Chi Learning System Based on VR and Motion Capture Technology. *Procedia Computer Science* **174**, 712–719 (Jan 2020). <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.06.147>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920316689>
5. Manghisi, V.M., Evangelista, A., Uva, A.E.: A Virtual Reality Approach for Assisting Sustainable Human-Centered Ergonomic Design: The ErgoVR tool. *Procedia Computer Science* **200**, 1338–1346 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.335>, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877050922003441>

6. Maurer-Grubinger, C., Holzgreve, F., Fraeulin, L., Betz, W., Erbe, C., Brueggmann, D., Wanke, E.M., Nienhaus, A., Groneberg, D.A., Ohlendorf, D.: Combining Ergonomic Risk Assessment (RULA) with Inertial Motion Capture Technology in Dentistry—Using the Benefits from Two Worlds. *Sensors* **21**(12), 4077 (Jan 2021). <https://doi.org/10.3390/s21124077>, <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/12/4077>
7. Oagaz, H., Schoun, B., Choi, M.H.: Real-time posture feedback for effective motor learning in table tennis in virtual reality. *International Journal of Human-Computer Studies* **158**, 102731 (Feb 2022). <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102731>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S107158192100149X>
8. Pispero, A., Marcon, M., Ghezzi, C., Massironi, D., Varoni, E.M., Tubaro, S., Lodi, G.: Posture Assessment in Dentistry for Different Visual Aids Using 2D Markers. *Sensors* **21**(22), 7717 (Nov 2021). <https://doi.org/10.3390/s21227717>, <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/22/7717>