

Evaluation d'un outil low-cost pour le recueil de données cinématiques par l'analyse fréquentielle du signal de l'articulation du genou

Florian Focone, Tom Giraud, Virginie Demulier, Christine Le Scanff, Brice Isableu, Jean-Claude Martin

▶ **To cite this version:**

Florian Focone, Tom Giraud, Virginie Demulier, Christine Le Scanff, Brice Isableu, et al.. Evaluation d'un outil low-cost pour le recueil de données cinématiques par l'analyse fréquentielle du signal de l'articulation du genou. Congrès International de l'Association des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives (ACAPS), Oct 2013, Grenoble, France. hal-03338480

HAL Id: hal-03338480

https://universite-paris-saclay.hal.science/hal-03338480

Submitted on 8 Sep 2021

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.

Evaluation d'un outil low-cost pour le recueil de données cinématiques par l'analyse fréquentielle du signal de l'articulation du genou

Focone Florian[1, 2], Giraud Tom[1, 2], Demulier Virginie[1], Le Scanff Christine[2], Isableu Brice[2], & Martin Jean-Claude[1]
[1]Laboratoire LIMSI-CNRS, Université Paris-Sud ; [2]Laboratoire CIAMS, Université Paris-Sud
florian.focone@u-psud.fr

Mots clés: MOCAP, Kinect, Comparaison, Analyse fréquentielle

INTRODUCTION

Les systèmes optoélectroniques de capture des mouvements du corps bien que précis, restent couteux, non écologiques et longs à mettre en œuvre (calibration de l'espace de capture). La Kinect de Microsoft offre une solution matérielle et logicielle qui fournit en temps réel les positions et rotations des segments du corps humain (Shotton et al., 2011). Originellement destinée à l'industrie du jeu vidéo, elle est peu coûteuse et portable. Ne nécessitant pas la mise en place de marqueurs, cette innovation technologique augure l'avènement de protocoles expérimentaux plus écologiques notamment pour la collecte et la reconnaissance d'expressions corporelles d'émotions (Kleinsmith & Bianchi-Berthouze, 2013). La comparaison des mesures collectées par la Kinect avec les performances d'un système optoélectronique multi-caméras (i.e., covariance des positions et rotations) a été réalisée dans le domaine temporel (Clark et al., 2012). Aucune comparaison dans le domaine fréquentiel n'a, à notre connaissance, été réalisée. Une telle analyse est importante pour caractériser les pertes de données de la Kinect et proposer une méthode de filtrage. La présente étude vise à comparer dans le domaine fréquentiel les variations de l'angle du genou, articulation essentielle pour toute tâche de locomotion, capturées au moyen d'une Kinect et d'un système optoélectronique de référence (Optitrack). Un enchaînement de mouvements de fitness permettant de combiner « pas en avant » et « montée de genou » a été envisagé dans cette étude. Afin de comparer les signaux des deux systèmes, la cohérence spectrale :$C_{xy}(f) = \frac{|P_{xy}(f)|^2}{P_{xx}(f)P_{yy}(f)}$) est calculée. Elle permet d'établir la corrélation linéaire entre deux signaux, x et y, dans le domaine fréquentiel. Avec : $P_{xy}(f)$ la densité spectrale de puissance croisée de x et y, $P_{xx}(f)\ et\ P_{yy}(f)$ les densités spectrales de puissance de x et y. Sur la base de ces résultats, le signal de la Kinect est filtré à différentes fréquences de coupure et comparé dans le domaine temporel à la référence Optitrack.

METHODE

Douze participants ($M_{âge}$ = 21 ; *ET* = 1.7) pratiquant une activité physique ont été recrutés. Le marker-set (36 marqueurs) permet de récupérer les rotations de 18 articulations dont le genou droit à une fréquence d'échantillonnage de 120Hz grâce à 10 caméras infra-rouge d'une précision millimétrique (Hansen et al., 2012). Une Kinect permet de collecter les rotations de 19 articulations dont le genou droit à une fréquence de 30Hz. Les deux signaux du genou droit sont enregistrés de façon synchrone. Les données sont filtrées sans déphasage au moyen d'un filtre passe-bas aller-retour Butterworth d'ordre 2 à 7Hz. Les données sont ré-échantillonnées à 120Hz. Chaque participant effectue 24 « pas en avant » et 24 « montée de genou ».

RESULTATS

La cohérence spectrale entre les spectres fréquentiels issus des systèmes Kinect et Optitrack est de 70% entre 0Hz et 1Hz, chute entre 1Hz et 2Hz puis stagne à 45% entre 2Hz et 7Hz (figure 1). 98% de la puissance spectrale du signal Kinect est comprise entre 0Hz et 1.8Hz. Le tableau 1 présente les coefficients de corrélation (Pearson) entre les deux signaux dans le domaine temporel, le signal brut de la Kinect étant filtré (même procédure que ci-dessus) avec différentes fréquences de coupure (Fc). Le signal est significativement dégradé quand la Fc passe de 1Hz à 0.5Hz (test de Wilcoxon, Z = -2.951, p = .003).

Figure 1. Cohérence spectrale entre les deux signaux

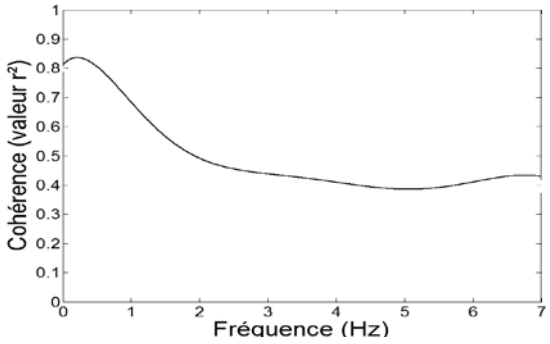


Figure 2. Exemple des deux signaux pour un sujet sur un passage de 20 secondes

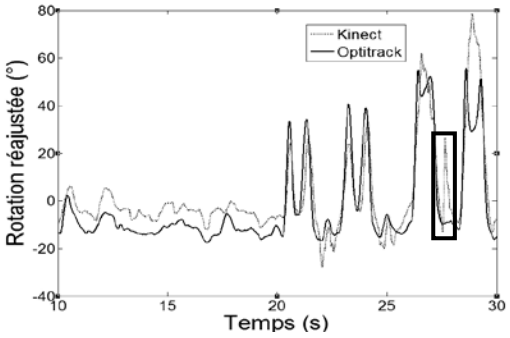


Tableau 1. Corrélations entre les données temporelles issues des deux systèmes

Fc	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	7
Pearson r	0.78	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81
ET	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07

Fc : Fréquence de Coupure ; r : Corrélation de Pearson ; ET : Ecart Type

CONCLUSION

La Kinect est un dispositif de capture du mouvement accessible et peu coûteux permettant l'élaboration de protocoles écologiques (Kleinsmith & Bianchi-Berthouze, 2013). Positionnée en face du participant, elle permet de collecter les mouvements dans l'espace tridimensionnel. Les précédentes recherches sur la validation scientifique de l'outil Kinect ont évalué l'erreur du système dans le domaine temporel par rapport à un système de référence (Clark et al., 2012). L'étude de la cinématique du genou issue de la Kinect proposée ici est composée d'une analyse de la cohérence spectrale ainsi que d'une analyse de la cohérence temporelle suite à l'application de différentes Fc sur le signal issu de la Kinect. L'essentiel du signal étant compris en dessous de 2Hz, la diminution de la cohérence spectrale dans l'intervalle 1Hz-2Hz représente une perte de données dans le signal de la Kinect par rapport à la référence Optitrack. Cependant avec une cohérence moyenne de 70% sur cet intervalle, les performances de la Kinect restent correctes. Aussi, l'analyse de la cohérence temporelle avec différentes Fc sur le signal de la Kinect (Tableau 1) révèle que réduire la Fc n'améliore pas cette cohérence. Une Fc basse (0.5Hz) détériore le signal. Ces résultats montrent que filtrer en dessous de 7Hz n'est pas pertinent pour l'analyse de mouvements semblables à la tâche précédemment décrite. Filtrer entre 2Hz et 7Hz n'améliore pas significativement la cohérence du signal car une très faible partie de celui-ci s'y trouve (<2%). Filtrer en dessous de 2Hz revient à éliminer du signal utile à l'analyse du mouvement mais aussi des artefacts typiques de cet outil de mesure (encadré Figure 2). C'est cette coprésence de bruit et de signal utile qui rend le filtrage inopérant sur cet intervalle (Tableau 1). Dans l'ensemble ces résultats sont prometteurs dans la perspective d'une évolution rapide de cette technologie (résolution, algorithme de tracking, etc.).

BIBLIOGRAPHIE

Clark, R.A., Pua, Y.H., Fortin, K., Ritchie, C., Webster, K.E., Denehy, L., Bryant, A.L. (2012). Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control. *Gait Posture, 36(3)*, 372-377.

Hansen, C., Honeine, J. L., Gibas, D., Rezzoug, N., Gorce, P., Isableu, B. (2012). Low-cost motion capture systems in practice. *Comput.Methods Biomech.Biomed.Engin, 15 Suppl 1*, 253-255.

Kleinsmith, A., & Bianchi-Berthouze, N. (2013). Affective Body Expression Perception and Recognition: A Survey. *Transactions on Affective Computing 4(1)*, 15-33.

Shotton, J., Fitzgibbon, A., Cook, M., Sharp, T., Finocchio, M., Moore, R., Kipman, A., Blake, A. (2011). Real-time human pose recognition in parts from single depth images. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, (pp. 1297-1304). Colorado Springs: June 21-23.