

03 al 06 de octubre - Buenos Aires, Argentina

XXIV Congreso Argentino de Bioingeniería XIII Jornadas de Ingeniería Clínica

COMPARISON OF COMPUTATIONAL EFFICIENCY OF MAGNETO INERTIAL SENSOR FUSION ALGORITHMS FOR CHAKAMO

Maria Rene Ledezma & Franco Simini

Núcleo de Ingeniería Biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay

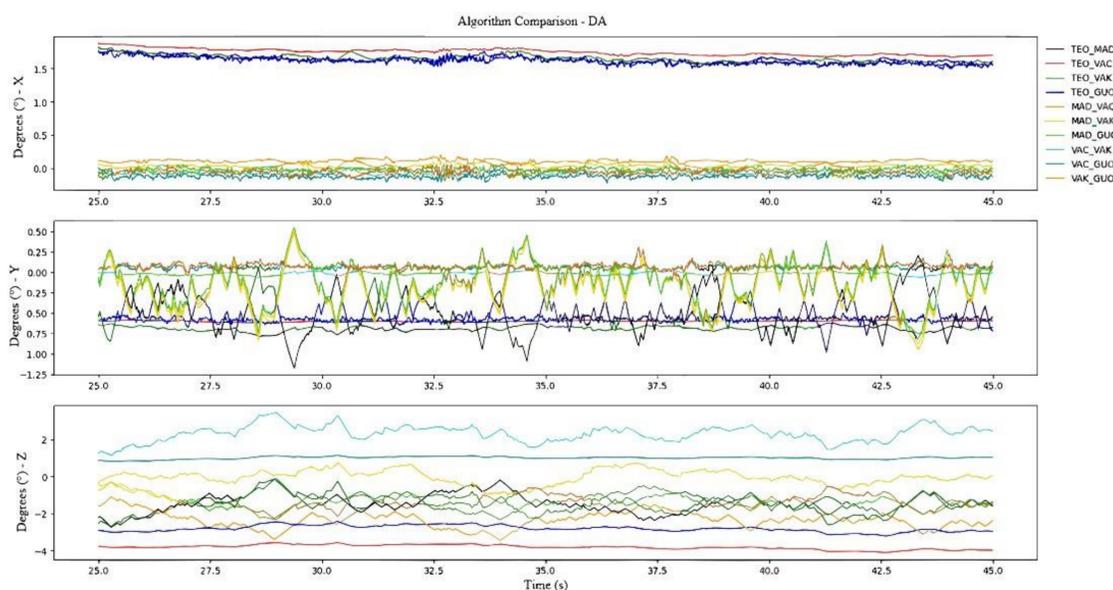
INTRODUCCIÓN

Existen diversos sistemas para realizar el análisis del movimiento humano. Un sistema que es fácil de colocar, liviano y adaptable a trabajos en exteriores es el que usa sensores magneto inerciales (MIMU) [1] que estiman la orientación mediante un algoritmo de fusión de sensores (AFS) [2]. Entre los AFS de la literatura, evaluamos el rendimiento de dos algoritmos determinísticos Madgwick [3] y Valenti [4] y dos estocásticos Valenti [5] y Guo [6]. El algoritmo seleccionado (GUO) es la base para el desarrollo de **ChakaMo**, un instrumento de uso clínico que estima la cinemática 3D de la rodilla con el propósito de ayudar al clínico a tener un control numérico de la rehabilitación de la articulación

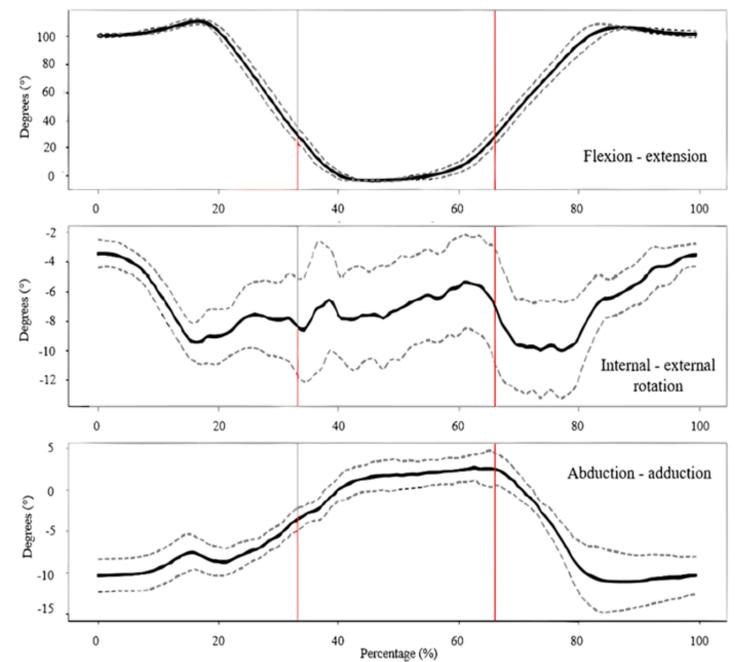
MATERIALES Y MÉTODOS

Se usaron dos MIMU de bajo costo MetaMotionR [7] identificados como MIMU-DA y MIMU-C8. Fueron ajustados a un fantoma de madera articulado. Se realizaron dos pruebas, una estática y otra dinámica a una frecuencia de 100 Hz. Las pruebas estáticas consistían en mantener una rotación específica sobre el eje X a 0°, 30°, 45, 60° y 90° durante 60 seg. Las pruebas dinámicas son movimientos de 0° a 90° sobre el eje X a dos velocidades (45°/s y 90°/s) durante 10 ciclos. Finalmente se realizaron dos pruebas en la rodilla de una persona sana subiendo y bajando escalones de 17cm y 34 cm para obtener un informe clínico.

RESULTADOS



Sección de 20 seg de comparación de cuaterniones de AFS en prueba estática a 90° con MIMU-DA



Promedio de 8 ciclos con escalón de 34 cm, informe clínico de ChakaMo.

CONCLUSIONES

- Se debe tomar en cuenta la marca y modelo del MIMU dado que el ruido de sus componentes puede afectar las medidas
- Fue necesario calibrar los datos del magnetómetro de estos sensores
- Los AFS de Valenti tuvieron un buen rendimiento en la prueba estática pero en la prueba dinámica mostraban diferencias importantes. Esto puede deberse al ajuste de los valores iniciales de cada algoritmo.
- El AFS de Madgwick dio buenos resultados pero el giroscopio introducía variabilidad importante en las medidas.
- Se confirmó que los AFS determinísticos son más rápidos que los estocásticos. Entre los AFS estudiados GUO presentó los mejores resultados en las pruebas, a pesar de tener una velocidad menor.
- Se realizó una prueba en la rodilla de un sujeto sano y presentaba valores esperados en el rango de movimiento teóricos.

REFERENCIAS

- [1] P. Picerno, «25 years of lower limb joint kinematics by using inertial and magnetic sensors: A review of methodological approaches», Gait Posture, vol. 51, pp. 239-246, ene. 2017, doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.11.008.
- [2] D. Roetenberg, Inertial and magnetic sensing of human motion. [S.l.: s.n.], 2006.
- [3] S. O. H. Madgwick, A. J. L. Harrison, y R. Vaidyanathan, «Estimation of IMU and MARG orientation using a gradient descent algorithm», en 2011 IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics, Zurich: IEEE, jun. 2011, pp. 1-7. doi: 10.1109/ICORR.2011.5975346.
- [4] R. Valenti, I. Dryanovski, y J. Xiao, «Keeping a Good Attitude: A Quaternion-Based Orientation Filter for IMUs and MARGs», Sensors, vol. 15, n.o 8, pp. 19302-19330, ago. 2015, doi: 10.3390/s150819302.
- [5] R. G. Valenti, I. Dryanovski, y J. Xiao, «A Linear Kalman Filter for MARG Orientation Estimation Using the Algebraic Quaternion Algorithm», IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 65, n.o 2, pp. 467-481, feb. 2016, doi: 10.1109/TIM.2015.2498998.
- [6] S. Guo, J. Wu, Z. Wang, y J. Qian, «Novel MARG-Sensor Orientation Estimation Algorithm Using Fast Kalman Filter», J. Sens., vol. 2017, pp. 1-12, 2017, doi: 10.1155/2017/8542153.
- [7] «MBIENTLAB». <https://mbientlab.com/> (accedido 27 de septiembre de 2023).



Universidad de la República
Uruguay
nib
núcleo de ingeniería biomédica



Instituto de
Ingeniería y
Agronomía

Universidad Nacional
ARTURO JAURETCHÉ



SABI2023
XXIV CONGRESO DE BIOINGENIERÍA
XIII JORNADAS DE INGENIERÍA CLÍNICA