

## Corso di Bioingegneria della Riabilitazione LM

### Esercitazione N.2 del 12 novembre 2018

#### Il filtro di Kalman

##### Esercizio 2.1

Attraverso il set-up mostrato nelle figure qui sotto è stata acquisita in laboratorio la cinematica di un braccio meccanico articolato ad un solo giunto, riconducibile quindi ad un pendolo inverso semplice.



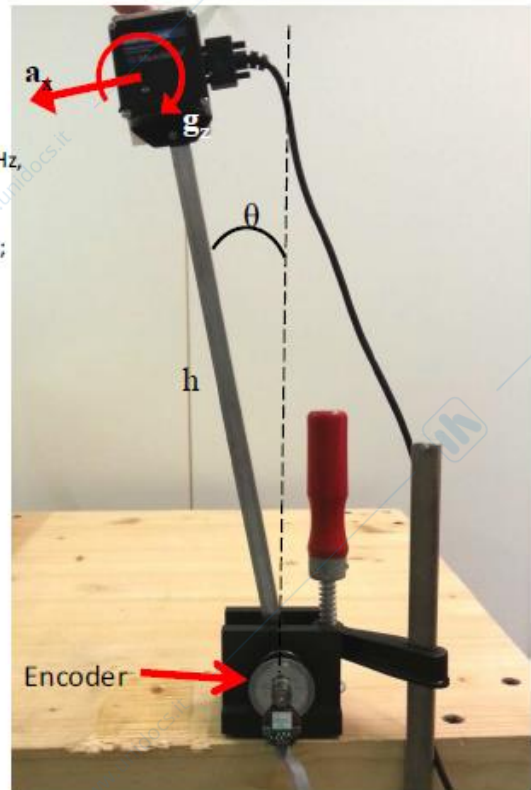
**Inertia-Link, Inertial Measurement Unit and Vertical Gyro, Microstrain**

- $\pm 5g$  (accelerometer range),
- $\pm 300^\circ/s$  (gyroscope range) ;
- A/D resolution 16 bit;
- RS232, RS422, USB 2.0 and wireless - 2.45 GHz, IEEE 802.15.4;
- 41 mm x 63 mm x 24 mm with enclosure,
- 32 mm x 36 mm x 15 mm without enclosure;
- 39 grams with enclosure, 16 grams without enclosure.



**Virtual Absolute Encoder, Gurley Precision Instrument**

A/D resolution 18 bit



Il file dati messo a disposizione (prova4.txt) contiene nelle sue sei colonne, rispettivamente i valori di  $a_x$ ,  $a_y$ ,  $a_z$  e di  $g_x$ ,  $g_y$ ,  $g_z$ . La frequenza di campionamento dei segnali è stata di 50 Hz.

Come gold standard è stata effettuata simultaneamente la misura della cinematica anche apponendo due marker riflettenti in corrispondenza del centro del sensore e del centro di rotazione. Si è misurata quindi la distanza tra il centro del sensore e il giunto,  $h$ , che è risultata pari a 57 cm. Le traiettorie dei due marker sono contenute nel file stereo.mat che contiene nelle sue colonne le coordinate  $(m_{x1}, m_{y1}, m_{z1}, m_{x2}, m_{y2}, m_{z2})$ .

Stimate l'angolo  $\theta$  in tre modi:

- A partire dalla sola uscita dell'accelerometro
- A partire dalla sola uscita del giroscopio
- Facendo sensor fusion tra le uscite dei due sensori utilizzando un filtro di Kalman lineare, nell'ipotesi di  $\theta$  piccolo