

## **Sviluppo e validazione sperimentale di un metodo di diagnostica per attuatori elettromeccanici di aeromobili usando tecniche di Statistical Learning**

Negli ultimi anni il gruppo di ricerca del CAL ha partecipato a due progetti europei dedicati allo sviluppo di attuatori elettromeccanici per le superfici alari mobili di aeromobili. In particolare, il CAL si è occupato dello sviluppo di un componente SW, il sistema di Health Monitoring della vite a ricircolo di sfere [1,2,3,4].

I metodi di diagnostica sviluppati sono di tre tipologie: il primo è basato su metodi di Change Point Detection [5,6], una metodologia di Statistical Learning in grado di identificare cambiamenti nella distribuzione di probabilità di processi stocastici. Il secondo metodo è basato sull'analisi delle caratteristiche della PCA dei segnali [7,8]. Il terzo è un metodo model based ancora in fase di validazione.

Recentemente, è stato pubblicato un lavoro [9] che sfrutta i metodi di statistical learning per la stima del change point nei metodi basati su PCA, unendo il lavoro fatto dal CAL sui due temi. In tale lavoro si sfrutta una distanza che però non è calcolata utilizzando la relative density-ratio estimation. **Il nostro obiettivo è implementare tale metodo, basato sulla distanza di Kantorovich, eventualmente utilizzando la relative density-ratio, ed applicarlo ai dati sperimentali disponibili, confrontando le sue prestazioni con quelle ottenute dai metodi del CAL.**

In particolare, sono disponibili due dataset con caratteristiche diverse, misurati su due attuatori diversi.

La tesi prevede i seguenti passi:

1. Studio della letteratura sul tema (in particolare [9]).
2. Studio dei metodi realizzati dal CAL (il codice per questi metodi è già disponibile).
3. Implementazione dell'algoritmo contenuto in [9].
4. Confronto delle prestazioni dell'algoritmo.
5. Eventuali modifiche all'algoritmo per migliorarne le prestazioni.

E' possibile avere maggiori dettagli contattando i docenti del CAL.

### **Bibliografia**

- [1] M. Mazzoleni, Y. Maccarana, F. Previdi, [Development of a reliable electro-mechanical actuator for primary control surfaces in small aircrafts](#), Proceedings of the 2017 **IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM)**, Munich (GER), 2017, pp. 1142-1147.
- [2] M. Mazzoleni, Y. Maccarana, F. Previdi, [A comparison of data-driven fault detection methods with application to aerospace electro-mechanical actuators](#), Proceedings of the 20th **IFAC World Congress**, Toulouse (FRA), 2017, IFAC PapersOnLine 50-1, pp. 12797–12802.
- [3] Mazzoleni M., G. Maroni, Y. Maccarana, S. Formentin, F. Previdi, [Fault detection in airliner electro-mechanical actuators via hybrid particle filtering](#), Proceedings of the 20th **IFAC World Congress**, Toulouse (FRA), 2017, IFAC PapersOnLine 50-1, pp. 2860-2865.
- [4] F. Previdi, Y. Maccarana, M. Mazzoleni, M. Scandella, G. Pispola, N. Porzi, [Development and Experimental Testing of a Health Monitoring System of Electro-Mechanical Actuators for Small Airplanes](#), Proceedings of the 26th **Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)**, Zadar (HR).
- [5] Liu,S., Yamada,M., Collier,N., Sugiyama,M, [Change-point detection in time-series data by relative density-ratio estimation](#), **Neural Networks**, 43, pp. 72–83 (2013).

- [6] M. Mazzoleni, M. Scandella, Y. Maccarana, F. Previdi, G. Pispola, N. Porzi, [Condition assessment of electro-mechanical actuators for aerospace using relative density-ratio estimation](#), Proceedings of the 18th **IFAC Symposium on System Identification (SYSID)**, Stockholm (SE)
- [7] C.F. Alcalá, S.J. Qin, [Reconstruction-based contribution for process monitoring](#), **Automatica**, 45, pp.1593-1600 (2009)
- [8] M. Mazzoleni, F. Previdi, M. Scandella, N. Porzi, [Experimental development of a Health Monitoring method for Electro-Mechanical Actuators of flight control primary surfaces in More Electric Aircrafts](#), **IEEE Access**, in press.
- [9] S. Kammammettu, Z. Li, *Change point and fault detection using Kantorovich Distance*, **Journal of Process Control**, 80, pp. 41-59 (2019).