

## **SCHEDA PER LA RELAZIONE ANNUALE DEL DOTTORANDO CICLO XXXIV Anno 2018/2019**

- Nome e Cognome                      **Stefano FERACO**
- Dottorato in                            **INGEGNERIA MECCANICA (CICLO XXXIV – Anno di Corso I)**
- Dipartimento di appartenenza    **Dipartimento di Ingegneria Meccanica ed Aerospaziale (DIMEAS)**
- Coordinatore                          **Prof. Luca GOGGIO**
- Tutore                                    **Prof. Nicola AMATI**
- Area Culturale di Interesse (in Italiano e Inglese)

**IT – Modellazione, progettazione e controllo di veicoli autonomi intelligenti**

**EN – Autonomous and intelligent vehicles: modeling, design and control**

- Breve descrizione dell'argomento della tesi o dell'Area Culturale di Interesse (massimo 20 righe, in Italiano e Inglese)

IT – La rapida evoluzione delle tecnologie nel settore dell'autoveicolo permette lo sviluppo e la realizzazione di sistemi di trasporto sempre più intelligenti, sicuri, connessi, e con un grado sempre più elevato di autonomia. Parallelamente, i sistemi di propulsione elettrici o ibridi sono sempre più diffusi nel settore automobilistico. Per questo motivo, un ampio sforzo di ricerca si rende necessario per sviluppare approcci innovativi nelle strategie di controllo, modellazione e progettazione di tali veicoli, sfruttando le potenzialità dell'intelligenza artificiale. Inoltre, lo scenario futuro di mobilità intelligente e connessa rappresenta un'opportunità per la progettazione di nuove strategie di controllo e di algoritmi di stima di parametri rappresentativi della dinamica del veicolo, nell'ottica dello sviluppo di sistemi a bordo veicolo sempre più sicuri e accurati. Analogamente, la ricerca di nuovi algoritmi per monitorare lo stato delle batterie utilizzate nell'industria automobilistica costituisce un tema di interesse scientifico notevole. In ultimo, la strumentazione di un veicolo elettrico da competizione (Formula Student) permetterà di testare gli algoritmi sviluppati al fine di implementare la guida autonoma del veicolo stesso.

▪ Obiettivi di ricerca:

1. Modellazione di veicolo autonomi
2. Progettazione e strumentazione di veicoli autonomi
3. Sviluppo di sistemi di controllo per veicoli autonomi
4. Sviluppo di algoritmi intelligenti di stima di parametri della dinamica del veicolo
5. Sviluppo di algoritmi intelligenti di stima dello stato di carica e di salute di batterie al Litio

EN - The rapid evolution of technologies in the automotive field allows the development and realization of transport systems that are increasingly intelligent, safe, connected, and with a higher level of autonomy. Similarly, electric or hybrid propulsion systems are increasingly adopted in the automotive field. Consequently, a great research effort is needed to develop innovative approaches in the control, modeling and design strategies of these vehicles, exploiting capabilities of Artificial Intelligence. Moreover, the future scenario of intelligent and connected mobility is an opportunity for the design of novel control strategies and algorithms for estimating vehicle's parameters, in order to develop safer and more accurate on-board vehicle systems. Furthermore, the research for novel algorithms monitoring the batteries used in the automotive industry is still an interesting scientific topic. Lastly, the design of sensors, computing system and actuators for a sport electric vehicle (Formula Student) will provide a robust test bench for algorithms developed for autonomous driving.

▪ Research goals:

1. Autonomous vehicles modeling

2. Autonomous vehicles design
  3. Autonomous vehicles control
  4. Design of intelligent algorithms for the estimation of vehicle dynamics parameters
  5. Design of intelligent algorithms for the estimation of the state of charge and state of health for Lithium batteries
- Attività di formazione svolta nell'anno (corsi, seminari, etc.); per ogni attività specificare natura, durata e sede

**Training activities performed at Politecnico di Torino:**

1. 01RYZRO – Modelli agli elementi finiti avanzati per modelli meccanici e multicampo (30h – hard skills), 14/01/2019
2. 01NIFLO – Automotive infosystems (30h – hard skills), 30/01/2019
3. 01TAKRO – System health management (20h – hard skills), 29/03/2019
4. 01QUFIV – Sustainable transport systems: energy and environmental issues (10h – hard skills), 31/05/2019
5. 01TAMRO – Structural mechatronics: systems and technologies (20h – hard skills), 03/06/2019
6. 01PDXQW – Modern design of control systems (30h – hard skills), 20/06/2019
7. 01SWPRO – Time management (2h – soft skills), 11/11/2019
8. 01SHMRO – Entrepreneurial Finance (5h – soft skills), 23/11/2018
9. 03SGVRO – Entrepreneurship and start-up creation from University Research (40h – soft skills), 09/05/2019
10. 08IXTRO – Project management (5h – soft skills), 18/11/2019
11. 01RISRO – Public speaking (5h – soft skills), 16/11/2019
12. 01SYBRO – Research integrity (5h – soft skills), 14/11/2018

**External Training Activities:**

1. Corso GNU/Linux base Autunno 2018 (12h – hard skills), 22/01/2019
  2. Corso Siemens PLM Software - Digital Signal Processing in Simcenter Testlab (16h – hard skills), 28/03/2019
  3. Formula Student Germany Academy, "FSG Driverless Starters Workshop", 11/05/2019
- Eventuale partecipazione del Dottorando ad ulteriori attività di ricerca nell'anno (progetti e convenzioni di ricerca)
    - Strumentazione di un veicolo elettrico da competizione per la partecipazione al campionato di Formula Student nella categoria Driverless, al fine di provare in pista gli algoritmi sviluppati.
    - Partecipazione alle attività di ricerca sviluppate dal Laboratorio Interdisciplinare di Meccatronica (LIM):
      - a) analisi e monitoraggio dello stato delle corde da arrampicata;
      - b) monitoraggio delle attività di arrampicata sportiva con tecniche basate sull'intelligenza artificiale.
  - Elenco delle Pubblicazioni del Dottorando

**Published:**

1. Bonfitto, A., Feraco, S., Tonoli, A., Amati, N., & Monti, F. (2019). "Estimation Accuracy and Computational Cost Analysis of Artificial Neural Networks for State of Charge Estimation in Lithium Batteries." *Batteries*, 5(2), 47.
2. Bonfitto, A., Tonoli, A., Feraco, S., Zenerino, E. C., & Galluzzi, R. (2019). "Pattern recognition neural classifier for fall detection in rock climbing." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 1754337119850927.
3. Bonfitto, A., Feraco, S., Tonoli, A., & Amati, N. (2019). "Combined regression and classification artificial neural networks for sideslip angle estimation and road condition identification." *Vehicle System Dynamics*, 1-22.
4. Bonfitto, A., Ezemobi, E., Amati, N., Feraco, S., Tonoli, A., & Hegde, S. (2019, July). "State of Health Estimation of Lithium Batteries for Automotive Applications with Artificial Neural Networks." In *2019 AEIT International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive (AEIT AUTOMOTIVE)* (pp. 1-5). IEEE.

**Being published:**

1. Bonfitto, A., Feraco S., Amati, N., Tonoli A. (2019). "Virtual Sensing in High-Performance Vehicles With Artificial Intelligence". In Proceedings of the ASME 2019 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC-CIE 2019), 21st International Conference on Advanced Vehicle Technologies (AVT).

2. Feraco, S., Bonfitto A., Amati N., Tonoli A. (2019). "Combined Lane Keeping and Longitudinal Speed Control For Autonomous Driving". In Proceedings of the ASME 2019 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC-CIE 2019), 21st International Conference on Advanced Vehicle Technologies (AVT).

**Under revision:**

1. Galluzzi, R., Feraco, S., Zenerino E. C., Tonoli A., Bonfitto A., & Hegde S., "Fatigue monitoring of climbing ropes". In Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology.

2. Khan, I., Bonfitto, A., Feraco, S., Amati, N., "Model Predictive Control based lateral and longitudinal controller for autonomous driving". In Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering.

3. Bonfitto A., Rossini M., Carlomagno F., Feraco S., "Fuzzy Logic method for the speed estimation in all-wheel drive electric racing vehicles". In Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering.

Torino, 19/09/19

---

Firma del Tutore

---

Firma del Dottorando

Il Coordinatore

---