

Programma per assegno di ricerca progetto StreamER

TITOLO DELL'ASSEGNO: *Sviluppo di sistemi di guida e controllo di droni sottomarini per il monitoraggio di habitat sottomarini*

PROGETTO DI RIFERIMENTO

L'attività proposta si inserisce nell'ambito del progetto StreamER: **Sensori, Tecnologie Robotiche e metagenomica per l'ispezione di Ambienti Marini in Emilia Romagna** che si propone di sviluppare strumenti per valutare la salute degli habitat sottomarini e l'integrità delle infrastrutture marittime (porti, gasdotti e oleodotti, rigassificatori e piattaforme offshore, ...). Questi obiettivi sono resi sfidanti dalle inerenti difficoltà nel dispiegare apparati di misurazione in ambiente marino. I progressi delle tecnologie robotiche offrono l'opportunità di ridurre l'uso di immersioni per la prospezione e di veicolare gli strumenti sensoriali più evoluti dove necessario.

Il progetto StreamER si basa su un drone, Blucy, caratterizzato da un'architettura modulare e riconfigurabile nelle sue dotazioni hardware e software. Tale veicolo fungerà da piattaforma di testing per realizzare i seguenti obiettivi:

- 1) Sviluppare tecnologie di controllo avanzate per ROV e AUV per affrontare condizioni ambientali ostili:** Sviluppo di sistemi di guida e controllo basati su metodologie di controllo adattativo robusto e fault tolerant che consenta di affrontare in modo efficiente le incertezze del modello, i disturbi e i guasti ed in generale un ambiente marino ostile.
- 2) Sviluppare sensoristica innovativa e metagenomica per la caratterizzazione della biodiversità:** Integrazione sul drone Blucy di un flusso-citometro basato su microscopia olografica e di un campionatore per caratterizzazione di DNA ambientale
- 3) Sviluppare tecniche di intelligenza artificiale per l'elaborazione "in streaming" dei segnali raccolti:** integrazione sul drone Blucy di una nuova piattaforma HW per il calcolo tensoriale ed sviluppo di algoritmi di elaborazione per: i) estrazione di batimetrie di Reef e scansioni 3D di infrastrutture offshore, ii) elaborazioni di dati biologici in tempo reale.

PIANO DELLE ATTIVITA'

Il lavoro di ricerca dell'assegno, nel contesto sopra descritto, è focalizzato sullo sviluppo del veicolo subacqueo senza pilota, lavorando al progetto del sistema di guida e controllo ed alla sua implementazione e test in ambiente marino, nonché all'analisi dei dati raccolti dal payload scientifico mediante tecniche di intelligenza artificiale.

A tale scopo sono richieste le seguenti attività:

- sviluppo di algoritmi di Guida, controllo di tipo adattativo e robusto a condizioni ambientali ostili applicato a veicoli sottomarini
- integrazione di algoritmi di Guida e Controllo nel software del veicolo subacqueo (Sistemi operativo real time basato su linguaggio di programmazione C, C++, Python)
- analisi dati scientifici mediante Tecniche di intelligenza artificiale applicate al monitoraggio marino
- design, prototipazione e marinizzazione di sensori per il campionamento marino
- contributo allo svolgimento di test in ambiente reale (missioni in mare) per la validazione delle tecnologie sviluppate

Programma per assegno di ricerca progetto StreamER

TITLE OF THE GRANT: *Development of Guidance and Control systems of underwater drones for monitoring marine habitats*

REFERENCE PROJECT

The proposed activity is part of the StreamER project: **Sensors, Robotic Technologies and mEtagenomics for the Inspection of Marine Environments in Emilia Romagna** which aims to develop tools to assess the health of underwater habitats and the integrity of maritime infrastructures (ports, gas and oil pipelines, regasification terminals and offshore platforms, ...). These objectives are made challenging by the inherent difficulties in deploying measuring equipment in the marine environment. Advances in Underwater Vehicle technologies offer the opportunity to reduce the use of diving for prospecting and to convey the most advanced sensory tools where needed.

The StreamER project is based on a drone, Blucy (operating both as a ROV or AUV), characterized by a modular architecture that can be reconfigured in its hardware and software equipment. This vehicle will serve as a testing platform to achieve the following objectives:

1. **Develop advanced control technologies for ROVs and AUVs to cope with hostile environmental conditions:** development of guidance and control systems based on robust adaptive fault tolerant control methodologies that allow to efficiently compensate model uncertainties, disturbances and faults in a hostile marine environment.
2. **Developing innovative sensors and metagenomics for the characterization of biodiversity: Integration on the Blucy drone of a flow-cytometer based on holographic microscopy and a sampler for environmental DNA characterization**
3. **Develop artificial intelligence techniques for the "streaming" processing of the collected signals:** integration on the Blucy drone of a new HW platform for tensor calculation and development of processing algorithms for: i) extraction of Reef bathymetry and 3D scans of offshore infrastructures, ii) processing of biological data in real-time.

ACTIVITY PLAN

The research work of the research fellowship, in the context described above, is focused on the development of the unmanned underwater vehicle, working on the design of the guidance and control system and its implementation and testing in the marine environment, as well as on the analysis of the data collected by the scientific payload using artificial intelligence techniques.

For this purpose, the following activities are required:

1. Development of Guidance algorithms, adaptive and robust control to hostile environmental conditions applied to underwater vehicles
2. Integration of Guidance and Control algorithms into the underwater vehicle software (real-time operating systems based on C, C++, Python programming languages)
3. Scientific data analysis using artificial intelligence techniques applied to marine monitoring
4. Design, prototyping and marinization of sensors for marine sampling
5. Contribution to the performance of tests in real environments (missions at sea) for the validation of the technologies developed