Sistemi Unmanned Marini di Esplorazione e Intervento: Attività di ricerca e sviluppo in ambito ISME

Centro interuniversitario nazionale su:
Integrated Systems for Marine Environments

Giuseppe Casalino
Direttore

Giuseppe Casalino
ISME & DIBRIS University of Genova, Italy
Via Opera Pia 13, Genova 16145, Italy
casalino@dibris.unige.it

Centro Interuniversitario ISME

ISME
Integrated Systems for Marine Environment

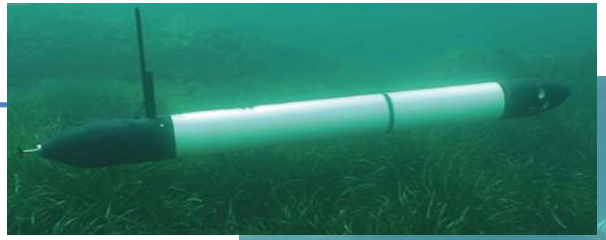
GENOVA PISA FIRENZE ANCONA CASSINO LECCE BOLOGNA ROMA 1 COSENZA

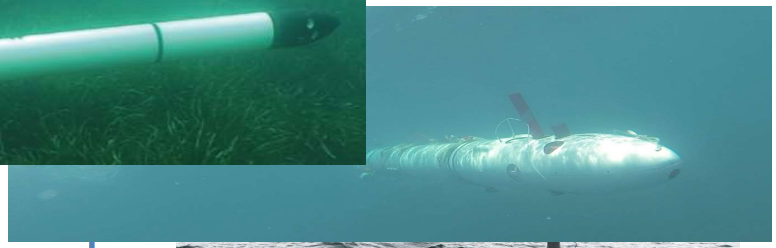
Rete Nazionale Interuniversitaria a
Supporto di Attività R&D nell'ambito delle Tecnologie Marine

ISME
Integrated Systems for Marine Environment
CSSN
CENTRO SUPPORTO SPERIMENTAZIONE NAVALE
SEALab
SISTEMI ETEROGENEI AUTONOMI MARINI

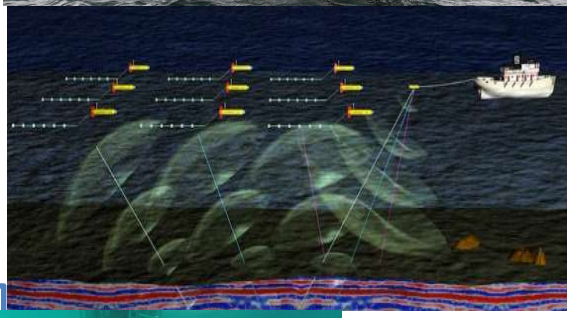
***SEALAB**: Laboratorio Congiunto CSSN-ISME sui "Sistemi Eterogenei Autononomi"*

ISME in breve





- Fondato nel 1999
- 9 Università Italiane
- 35 ricercatori strutturati; 15-20 giovani ricercatori
- Condivisione Infrastrutture, laboratori, attrezzature
- Finanziamenti da progetti UE, National, Industriali
- 1000 KEuro/anno (media ultimi 5 anni)
- Laboratorio congiunto CSSN-ISME (SEA LAB)
- Promuove la creazione di Spin-off-Companies



Programma ISM & SEALAB sui MUS

Approccio integrato allo sviluppo (modulare, scalabile, riconfigurabile) nell'ambito dei seguenti livelli di una organizzazione di Sistemi di Sistemi (SoS)

-Componenti, sensori, dispositivi, sottosistemi-agenti

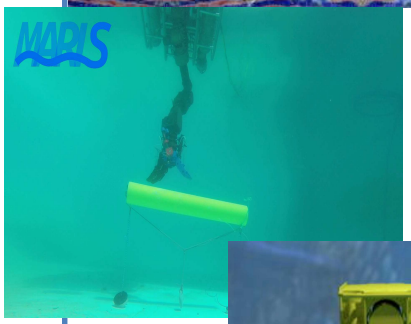
- Integrazione sensori, fusione dati e interpretazione

-Autonomia Mono-Agente

- Comunicazioni Subacquee, dispositivi, metodi

-Autonomia Multi-Agenti Cooperativi

-Pianificazione e supervisione di missioni cooperative

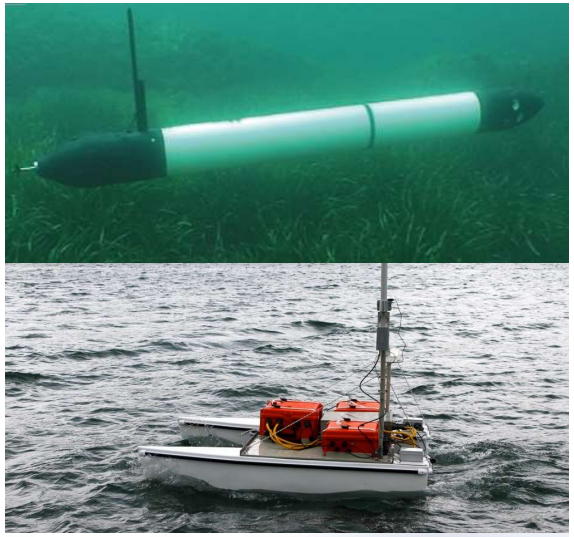


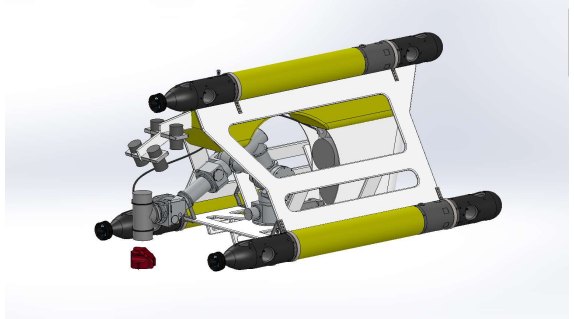
Autonomia Mono-Agente

*L'**Autonomia Mono-Agente** è definibile nei termini della capacità di un singolo agente operativo di eseguire un' **azione** esclusivamente in base all'indicazioe di "in che cosa consiste" tale azione.*

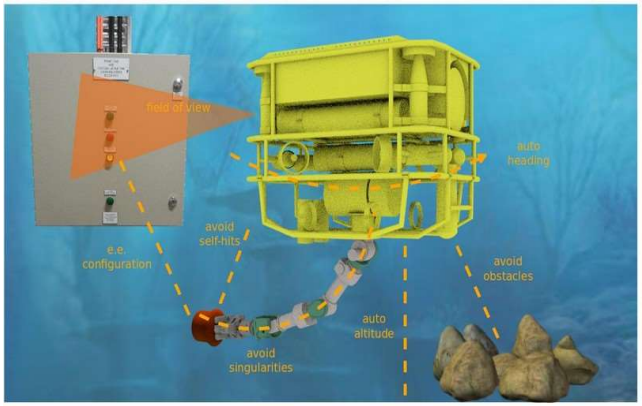
*Un'**Azione** è una lista di **obiettivi di controllo** che devono esser (possibilmente) raggiunti in modo concorrente, in accordo con una assegnata lista di priorità*

Agenti di esplorazione





Agenti di Intervento



- Evitare ostacoli
- Evitare auto-collisioni
- Evitare singolarità
- Auto attitude
- Auto depth
- Mantenere campo visivo
- Moto end-effector
- Parsimonia moto-veicolo

- Evitare ostacoli
- Auto depth
- Auto attitude
- Mantenere campo visivo
- raggiungere positione/attitude finali

Allineamento con velocità lineare

Lista priorità
Obiettivi di controllo

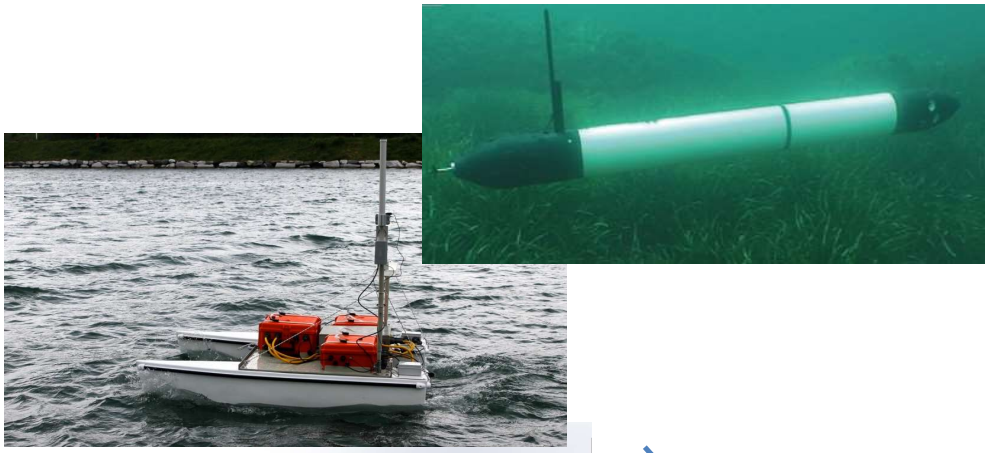
obiettivi di safety e abilitanti con priorità più elevate

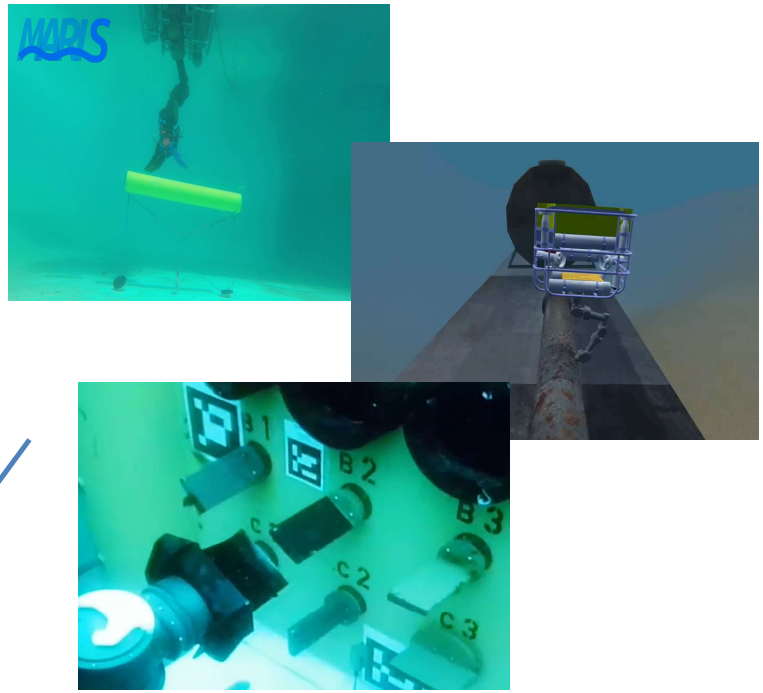
Autonomia Mono-Agente

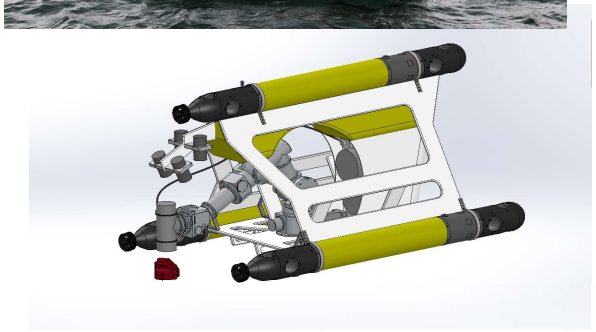
Un'Architettura Funzionale e Algoritmica Unificata

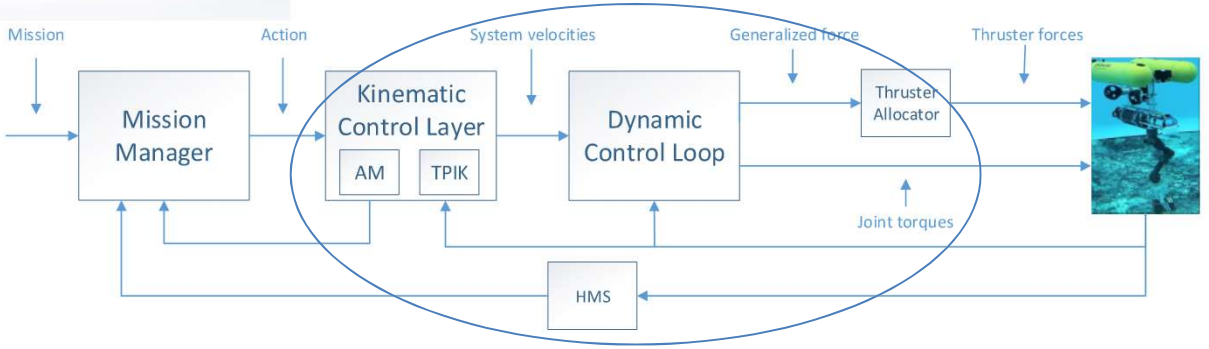
Agenti di esplorazione

Agenti di Intervento









Autonomia mono-Agente

Alcuni Progetti recenti

- EU FP7 TRIDENT (2011-2013)
Manipolazione flottante autonoma

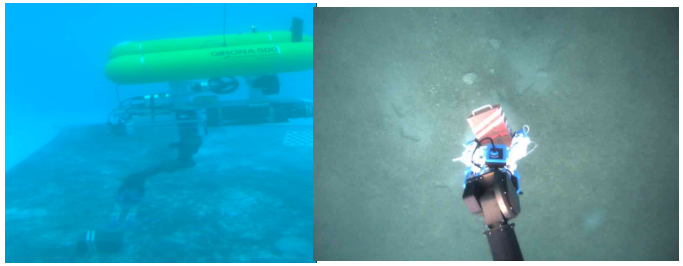
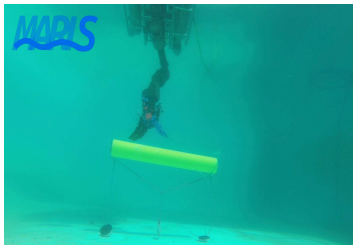
- PRIN MARIS fase 1 (2014)
Manipolazione flottante autonoma

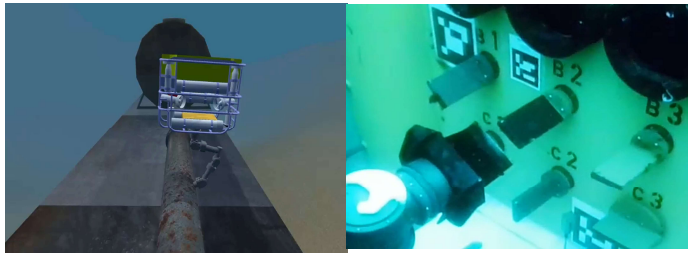
- EU H202 DEXROV (2016-2018)
Teleoperazione via satellite di ROV di intervento

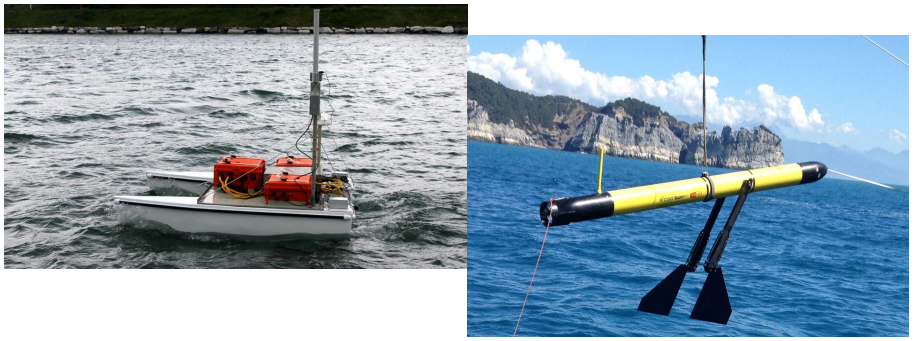
- EU H2020 ROBUST (2017-2020)
Survey e campionameno di siti mineralogici sul fondo marino

- EU H2020 WIMUST-Ulisse (2017-2019)
Catamarano Autonomo
(parte del più ampio progetto WIMUST)

- PNRM WAVE (2011-2014)
Long Endurance AUV
(energy harvesting da moti ondosi)



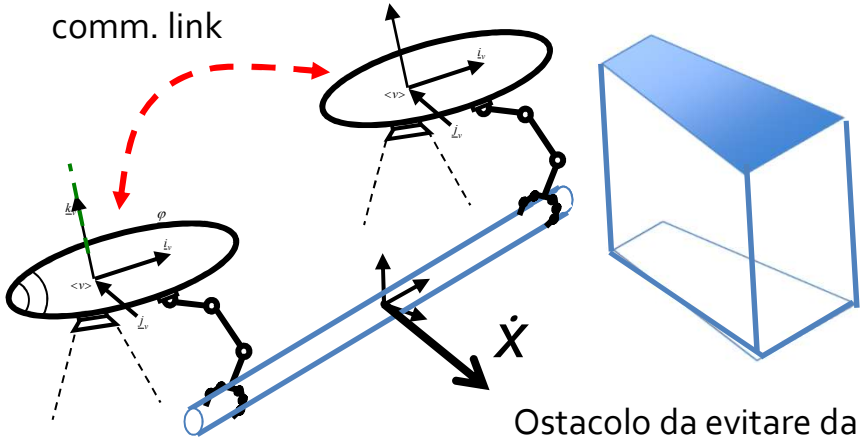


Autonomia Multi-Agente

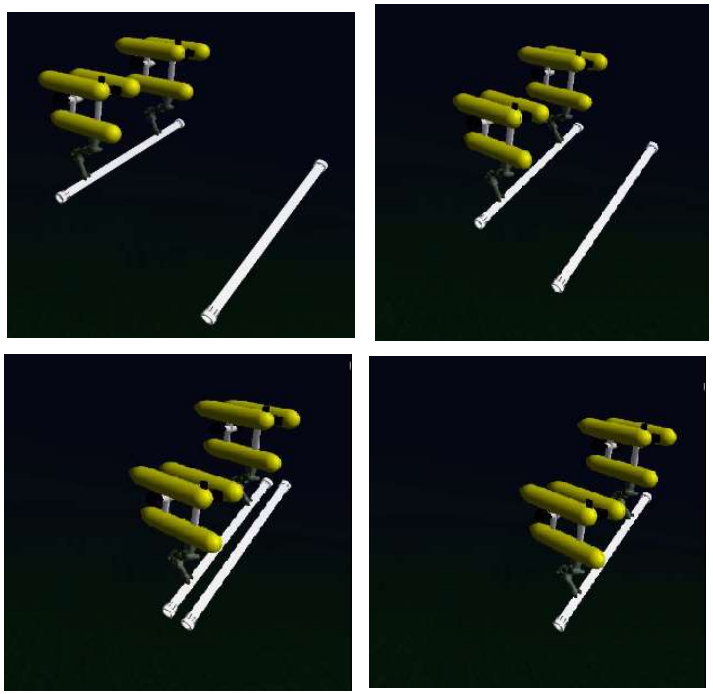
***L'Autonomia Multi-agente** è definibile nei termini della capacità di un **gruppo** di agenti autonomi di assolvere a una **missione comune** tramite: a)il **coordinamento** ottenuto in base allo scambio di una **limitata** di informazione inerente lo stato corrente di missione; b)il mantenimento delle condizioni **di safety e operatività** di ogni agente.*

*L'autonomia individuale di ogni agente è un **requisito essenziale** atto a consentire sia un limitato scambio di informazione, sia a **preservare l'architettura di controllo (unificat**a) di ogni agente*

Multi agenti di Intervento



Ostacolo da evitare da parte dell'intera squadra



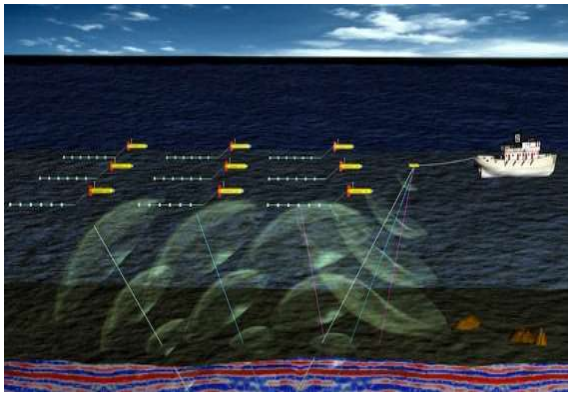
La necessità per ogni agente di preservare le sue proprie condizioni di safety e operabilità (ad esempio un agente necessità **di evitare un ostacolo**: un task alla più alta priorità per tale agente) richiede agli agenti di comunicare, affinché sia automaticamente stabilito il miglio compromesso nei confronti dell' originalmente desiderato moto da imporre all'oggetto trasportato .

Autonomia Multi-Agente

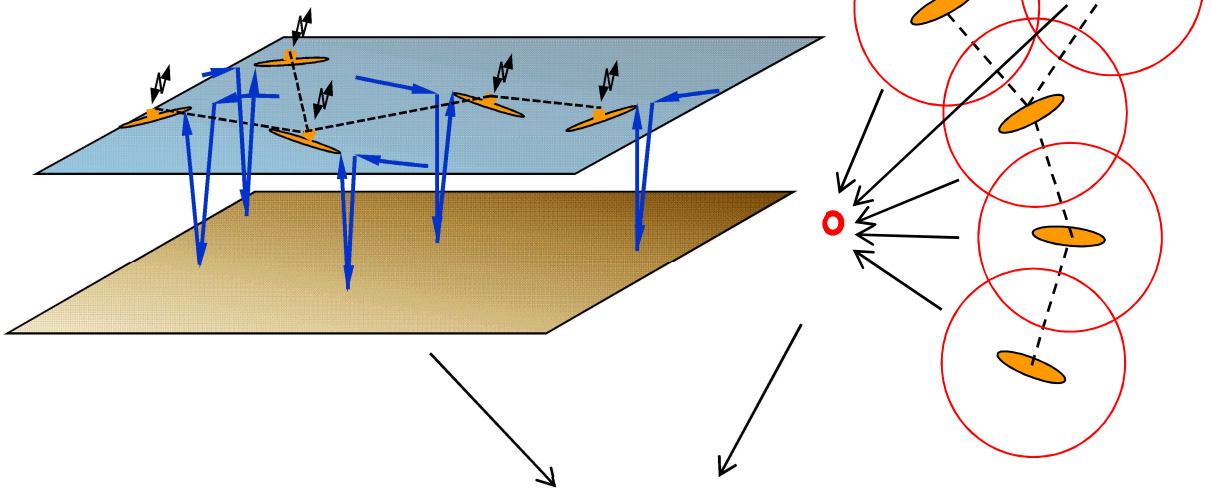
Esplorazione Multi-Agente

Pattugliamento superficiale distribuito

Esplorazione in-formazione



Campionamento distribuito adattativo



Ogni veicolo eviti possibili ostacoli

Mantenimento della connettività di comunicazione

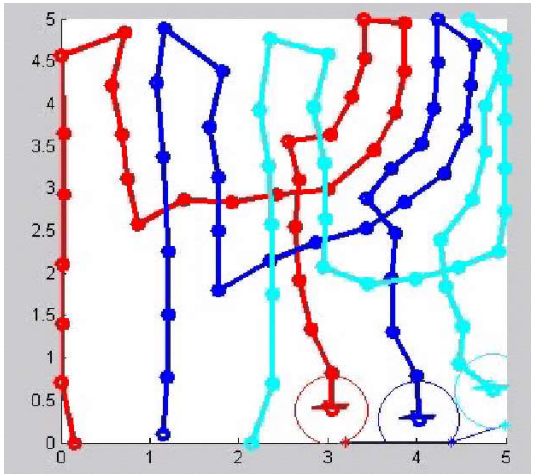
Veicoli adiacenti al di sopra di ditanza di sicurezza

Dominio corrente di esplorazione connesso

Massimizzazione dominio corrente di esplorazione

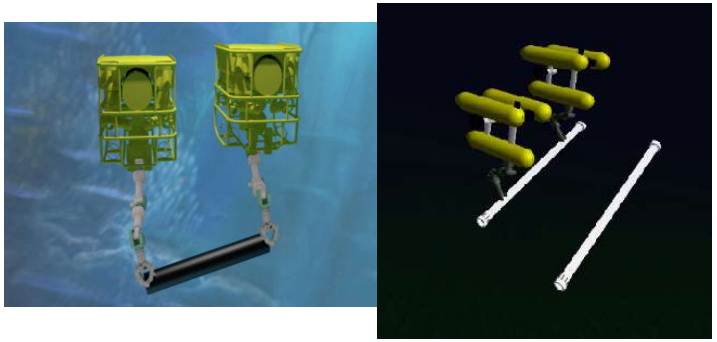
Evitare zone già esplorate

Procedere verso zone inesplorate



Autonomia Multi-Agente

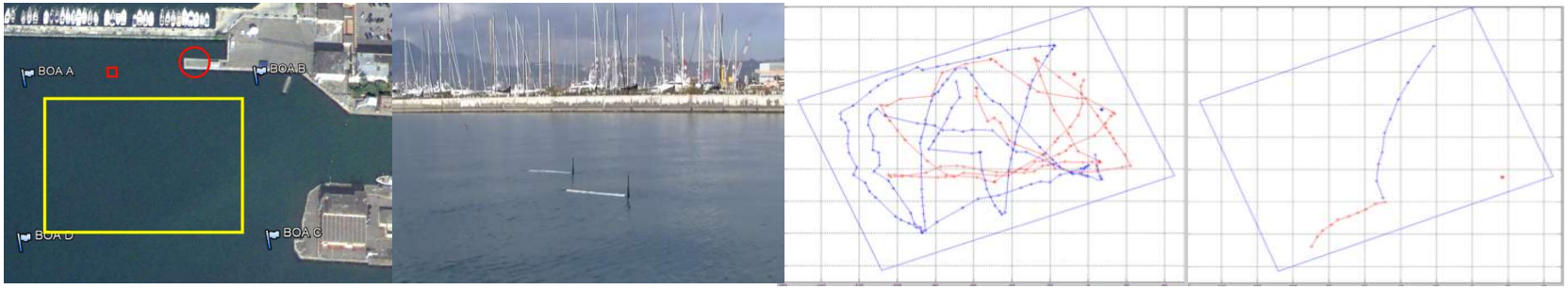
Alcuni progetti recenti



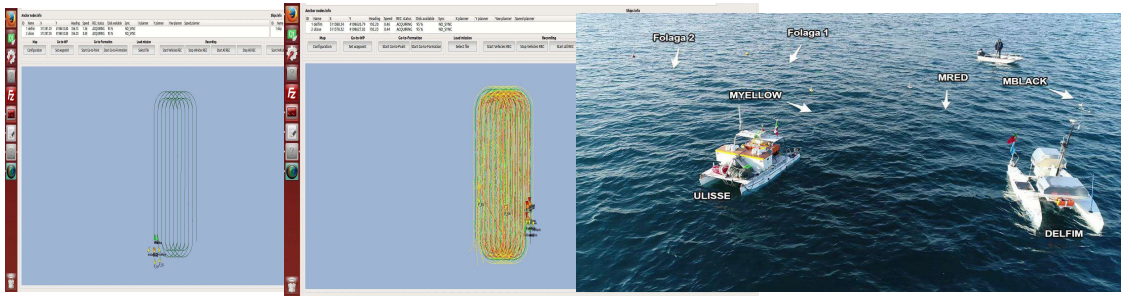
- **PRIN MARIS fase 2 (2015)**
  Manipolazione flottante cooperativa

- **EU FP7 CO3AUV (2009-2011)**
  Pattugliamento cooperativo & intercetto

Pattugliamento & intercetto in-sommerso

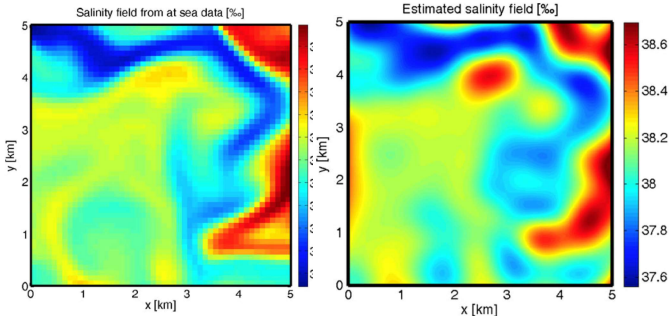


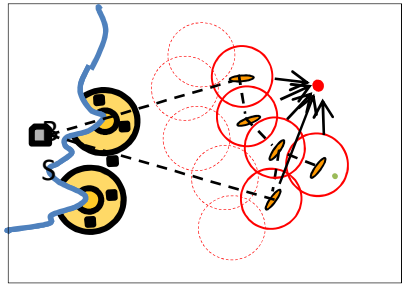
- **EU H2020 WIMUST (2017-2019)**
  Esplorazione subacquea
  in-formazione



- **DLTM-RIMA & C3ISR (2016-2017)**
  Campionamento distribuito
  adattativo

  Protezione portuale

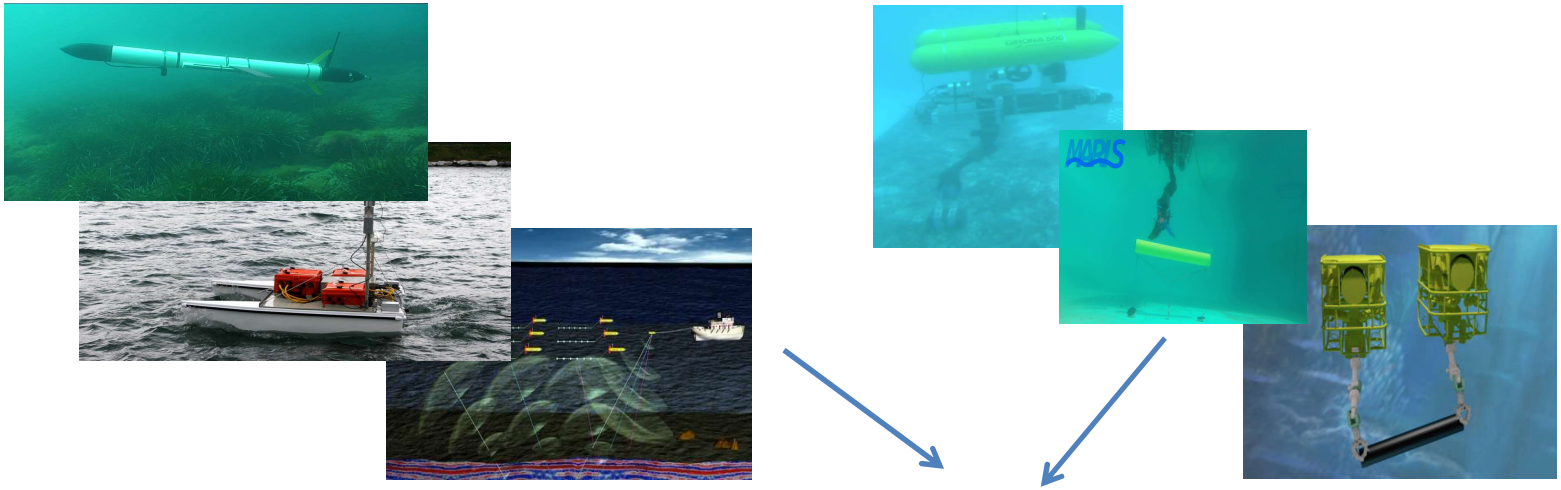




Conclusioni

*Le attività di ricerca inerenti l' **Autonomia Mono-Agente** e la cosiddetta **Autonomia Cooperativa Multi-Agente** sono state brevemente illustrate, quale importante parte del **programma strategico** portato avanti da ISME, nell'ambito del laboratorio congiunto CSSN-ISME, SEALAB.*

*Un'**Architettura unificata di controllo (metodologica, funzionale e algoritmica)** è stata quindi individuata, capace di uniformemente supportare l'**autonomia individuale** di **qualsiasi agente;** a sua volta consentendo la **cooperazione tra agenti eterogenei** attraverso **lo scambio di un minimo ammontare di informazione**; e ancora sulla base **di uniformemente organizzabili politiche di coordinamento**.*



Le metodologie e tecnologie di coordinamento e controllo
sono ora ritenute sufficientemente mature per procedere congiuntamente
verso la loro integrazione nell'ambito di organizzazioni SoS modulari di
Multi-Agenti Marini Eterogenei cooperanti