



a cura di
Fabio Martinelli
Luca Papi
Daniele Sgandurra

ATTI DEL CONVEGNO SULLE ATTIVITÀ DI RICERCA E L'INNOVAZIONE PER LA SICUREZZA



CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

Roma 14 maggio 2013

SECONDA
SESSIONE

MONITORAGGIO INTEGRATO DI INQUINAMENTO E TRAFFICO MARITTIMO

PROTEZIONE E MONITORAGGIO DELLE
INFRASTRUTTURE E DEL TERRITORIO

M. Cocco, S. Colantonio, M. Magrini, M.
Martinelli, D. Moroni, M. A. Pascali, G. Pieri,
M. Reggiannini, M. Righi, E. Salerno, O.
Salvetti, M. Tampucci (ISTI)

Il laboratorio Segnali e Immagini dell'Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione conduce da anni ricerche finalizzate all'applicazione di tecnologie ICT alla gestione delle attività marittime, e la protezione dell'ambiente marino. I temi della sicurezza sono centrali in entrambe queste classi di applicazioni. Il relativo programma di studio e sviluppo si appoggia a vari progetti nazionali ed europei, con partnership eterogenee, con qualche presenza costante tra i partner accademici, diverse proficue collaborazioni con imprese, e il costante supporto logistico della Guardia Costiera.

Il Laboratorio è formato attualmente da circa quaranta persone tra ricercatori e tecnici CNR e diverse figure di personale associato e collaboratore, con competenze matematico-fisiche, ingegneristiche e informatiche, comprendenti praticamente tutti gli aspetti dell'acquisizione, elaborazione, analisi e rappresentazione di segnali n-dimensionali, analogici o digitali, supportati da qualunque tipo di media e trattati a qualunque livello, da quello fisico/elettrico a quello sintattico/semantico.

Gli studi di tecnologia del mare con rilevanti aspetti di sicurezza partono da un progetto europeo, ora concluso,⁴ per la sorveglianza, l'allarme e la previsione di fenomeni di inquinamento marino da idrocarburi, e prosegue con altri due progetti, principalmente finalizzati alla ricerca archeologica sottomarina ma anche a specifici problemi di sicurezza,^{5 6} in cui le capacità di monitoraggio e pattugliamento di superficie vengono estese all'ambiente subacqueo, con l'aggiunta di nuove funzionalità sensoriali, e completate con potenzialità di piccolo scavo archeologico sul fondo marino. Attraverso ulteriori progetti attualmente in fase di proposta, il programma di ricerca si orienta ora alla realizzazione di un sistema integrato completo di informazione marina, con capacità di acquisizione, integrazione, geolocalizzazione, elaborazione e analisi in tempo reale, trasmissione, memorizzazione e gestione di dati multimodali e multimediali. Questo sistema includerà fondamentali funzionalità di sicurezza (safety e security), e integrerà funzioni di percezione, modellistica-previsione, e supporto alla decisione e all'intervento operativo. La sua ossatura è costituita da una varietà di sensori su diverse piattaforme, come satelliti, aerei, boe ancorate e derivanti, postazioni idrofoniche di fondale, veicoli autonomi subacquei e di superficie, e "sensori umani", come operatori specificamente incaricati o anche presenti solo occasionalmente nell'ambiente sorvegliato. La grande quantità di informazione proveniente da queste fonti viene gestita da un sistema informativo che la integra con dati modellistici e di previsione e con informazione sul traffico di unità cooperanti e non cooperanti, e la rende disponibile e sfruttabile dalla catena di decisione e intervento. Uno specifico sistema integrato di comunicazione convoglia i dati eterogenei garantendo nel contempo la conformità agli standard vigenti.

L'interfaccia fondamentale di sala operativa è la mappa dinamica del rischio, aggiornata in quasi tempo reale in base a tutta l'informazione disponibile. Se ne vede un esempio in Fig. 1. Il codice di colore adottato per marcare gli elementi della griglia spaziale indica il livello di rischio di inquinamento associato ai corrispondenti elementi dell'area sorvegliata. La stessa mappa integra l'informazione sul traffico marittimo e ne consente il monitoraggio, insieme al controllo degli accessi in aree protette, la simulazione dell'evoluzione di eventi in fase preoperativa, e l'intervento di bonifica e individuazione dei

⁴ 7FP "Argomarine", coordinamento Parco dell'Arcipelago Toscano, <http://www.argomarine.eu>

⁵ PAR FAS Toscana "Thesaurus", coordinamento Università di Pisa, <http://thesaurus.isti.cnr.it>

⁶ 7FP "Arrows", coordinamento Università di Firenze, <http://www.arrowsproject.eu>

responsabili in caso di inquinamento in atto. Alcune delle fonti informative utilizzate sono visualizzate in Fig. 2. Fondamentalmente, abbiamo sensori con compiti di visione e mappatura, rilevazione di inquinanti, sorveglianza del traffico, o combinazioni tra queste tre funzioni. Ad esempio, le immagini da radar ad apertura sintetica su satellite e da spettrofotometro su aereo possono contribuire sia alla mappatura della zona di interesse sia all'individuazione e la localizzazione di macchie di inquinanti. La copertura in tempo reale viene invece garantita da nasi artificiali su boe ancorate o su veicoli autonomi (AUV), da personale impiegato allo scopo, o da volontari, come pescatori o diportisti, che hanno a disposizione una semplice applicazione per Smartphone, detta Argo Sentinel,⁷ che consente di trasmettere alla sala operativa la presenza, l'estensione stimata e le caratteristiche di ogni possibile macchia di idrocarburi, insieme alle proprie coordinate Gps. Oltre al mappaggio morfologico, la rete di sensori è in grado di valutare puntualmente parametri meteorologici da includere nei modelli matematici utilizzati per prevedere l'evoluzione dei fenomeni. A questo contribuiscono gli accelerometri per la misura del moto ondoso e la strumentazione delle stazioni meteo sulle boe ancorate, insieme alle boe derivanti, le cui posizioni ordinate in serie temporali danno un'idea dell'andamento delle correnti. Il naviglio cooperante viene identificato e localizzato per mezzo del sistema di identificazione automatica AIS.⁸ Tuttavia, specie in aree di particolare pregio, ciò non è sufficiente a garantire un controllo efficace degli accessi, in quanto è necessario sorvegliare anche unità minori, normalmente non cooperanti. In questo caso è previsto l'uso di sensori radar passivi o reti idrofoniche opportunamente dispiegate. Oltre alla rilevazione della presenza di un natante, l'analisi tempo-frequenza di un'opportuno insieme di segnali idrofonici consente di estrarne la firma acustica, e quindi di identificarne il tipo oltre che di localizzarlo rispetto al perimetro della zona da sorvegliare. Una nuova generazione di veicoli autonomi sarà poi dotata di capacità di navigazione in sciame e di sensori addizionali, quali sonar a scansione laterale e videocamere stereo, che consentiranno una mappatura tridimensionale del fondale marino e, previa opportuna elaborazione, la realizzazione di scenari tridimensionali per la navigazione e l'esplorazione virtuale dei fondali. La navigazione in sciame permette di specializzare ogni veicolo, nel senso che non tutti i veicoli sono dotati di uguali sensori e uguali apparati di comunicazione. Per esempio, la capacità di comunicazione con l'unità di controllo può essere riservata a un solo veicolo, mentre gli altri potrebbero essere in grado di comunicare solo tra loro. Questo permette comunque di utilizzare in maniera complementare le diverse strumentazioni (sia sensoriali sia di attuazione) quando se ne presenti la necessità, contribuendo nel contempo a tenere basso l'investimento totale e il costo di esercizio della flotta. Altro vantaggio offerto dalla capacità di ragionamento autonomo, per singolo veicolo o cooperativa, è quello di poter modificare la modalità di acquisizione dei sensori o addirittura le specifiche di missione. Per esempio, una missione di mappatura può trasformarsi in una missione di pattugliamento per il controllo degli accessi sfruttando tecniche di visione artificiale come l'estrazione e l'analisi automatica di features o il change detection.

⁷ <https://play.google.com/store/apps/details?id=it.cnr.isti.martinelli.argosentinel&hl=it>

⁸ <http://www.navcen.uscg.gov/?pageName=AISmain>

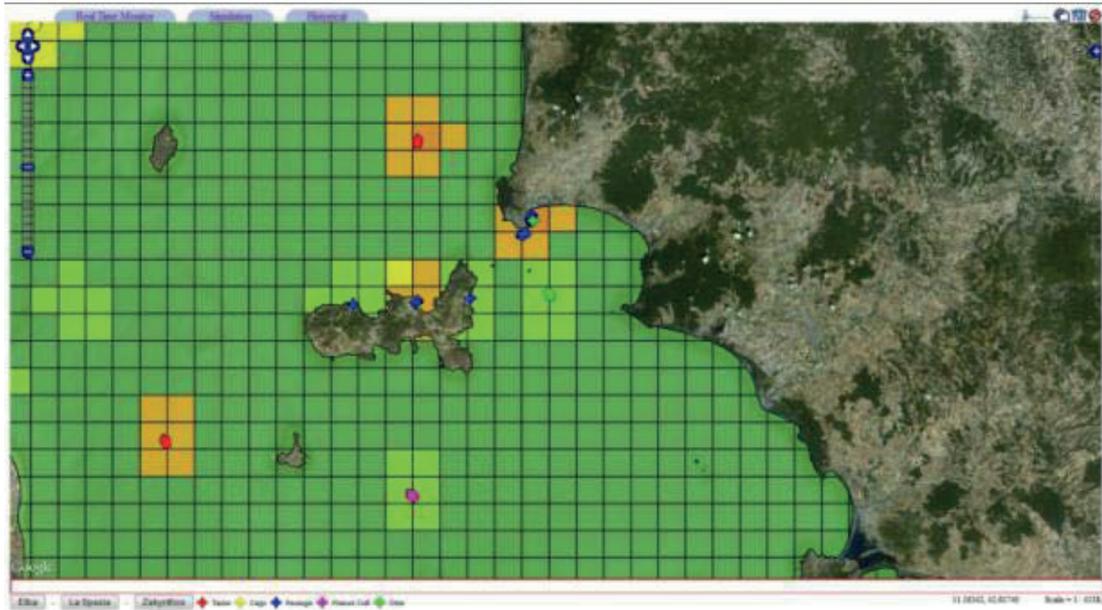


Figura 1. Mappa dinamica del rischio. Il colore degli elementi di superficie marina indica il livello di rischio di inquinamento, mentre le unità navali presenti in zona sono marcate con simboli che ne identificano il tipo e, nel caso di unità cooperanti, vi associano i dati diffusi in tempo quasi reale dai server del sistema AIS.

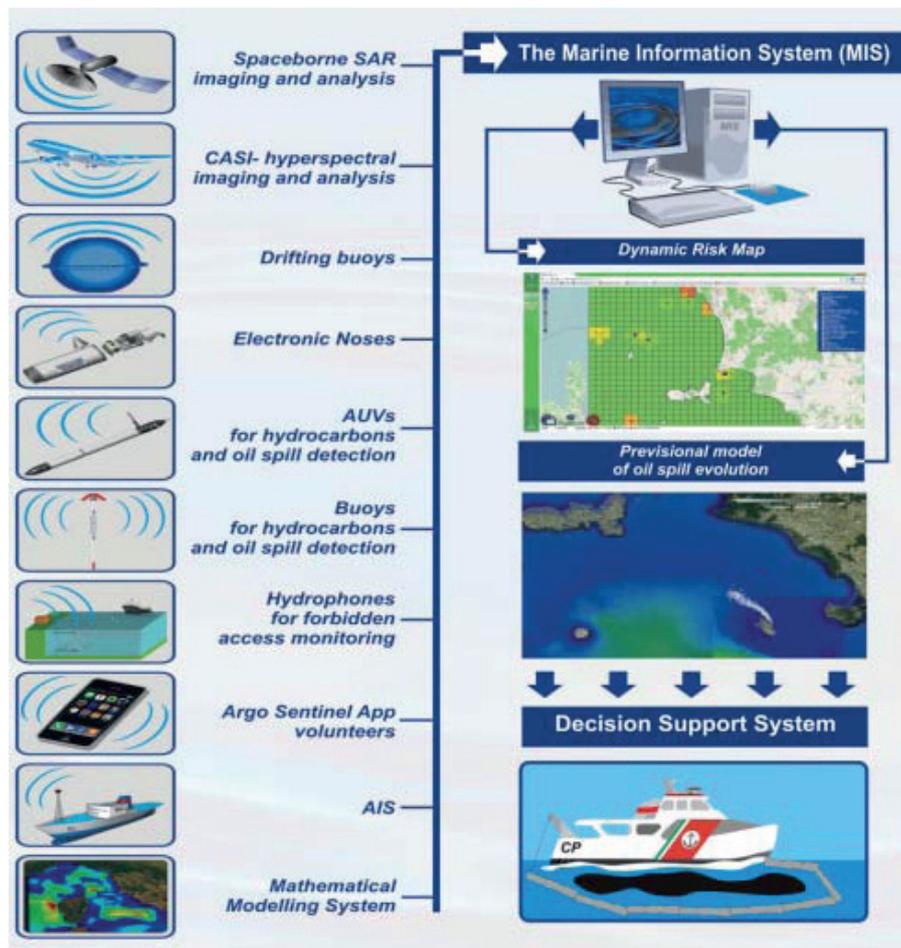


Figura 2. A destra, elenco parziale delle fonti di informazione, sensoriale e modellistica/predittiva, messe in rete e integrate con il sistema informativo marino (progetto Argomarine).



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Dipartimento Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti
P.le Aldo Moro, 7 00185 Roma
segreteria.diitet@cnr.it

ISBN 9788890547041