

Monitoraggio dei flussi migratori nel Mar Mediterraneo con satelliti ottici e SAR

Marco Gianinetto, Martina Aiello, Andrea Marchesi

Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano
Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito,
e-mail: marco.gianinetto@polimi.it

1. Introduzione

Il Mediterraneo è sempre stato considerato un'area di intensi scambi politici, economici e culturali, ma nell'ultimo decennio è diventato anche luogo di intensi flussi migratori dal Nordafrica verso l'Europa. L'immigrazione illegale via mare ha ormai assunto una dimensione tale che nei soli primi due mesi del 2016 oltre 110.000 migranti hanno attraversato il Mediterraneo (fonte: UNHCR).

Alla luce di questi numeri, in continua crescita, le istituzioni europee stanno cercando nuove soluzioni per rafforzare il monitoraggio dei confini esterni dell'Unione Europea. Tale operazione, che coinvolge un'area geografica molto estesa, risulta però complessa e costosa se svolta solamente con i mezzi tradizionali (radar di terra, mezzi aerei e navali).

In questo contesto, il progetto *Space Shepherd* cofinanziato dal Politecnico di Milano nell'ambito del programma *Polisocial Award*, si è occupato dello studio di fattibilità di un sistema integrato ottico-radar per l'individuazione, il monitoraggio e il tracciamento d'imbarcazioni sconosciute in navigazione nel Mar Mediterraneo utilizzando asset speciali già esistenti (Topputo *et al.*, 2015b). L'utilizzo congiunto d'immagini ottiche e radar è in grado di garantire un'osservazione continua e non dipendente dalle condizioni atmosferiche o di illuminazione e una complementarità in termini di copertura geografica e dettaglio geometrico.

2. Dati

Il set di dati utilizzati nella sperimentazione di *Space Shepherd* comprende immagini ottiche ad alta e media risoluzione geometrica (WorldView-2, QuickBird-2, GeoEye-1, RapidEye, Formosat-2 e Sentinel-2) e immagini radar ad alta risoluzione geometrica (COSMO-SkyMed) acquisite località e date differenti.

3. Metodi

Per quanto riguarda i dati multispettrali, le imbarcazioni sono separate dal background mediante un'operazione di *de-noising* e le scie sono segmentate usando la banda pancromatica (Topputo *et al.*, 2015a). Circa le immagini radar, i dati in ampiezza sono inizialmente elaborati mediante l'algoritmo *Constant False Alarm Rate* (CFAR) con modello gaussiano della statistica del mare (Crisp, 2004) e le imbarcazioni sono identificate mediante un'analisi ad

oggetti (Willhauck *et al.*, 2005). Un algoritmo di *region growing* segmenta le immagini in aree omogenee e una successiva classificazione ad albero decisionale, basata su proprietà geometriche e spettrali, le identifica. Un unico set di parametri è stato definito per tutte le elaborazioni, rendendo l'algoritmo rapido e robusto. La successiva analisi spaziale permette di stimare posizione, lunghezza, rotta e un intervallo approssimativo di velocità delle imbarcazioni (Figura 1). Infine, combinando tali informazioni con dati forniti in tempo reale dal Sistema di Identificazione Automatica (AIS), è possibile discriminare le imbarcazioni note in navigazione da quelle sconosciute.

4. Risultati

La validazione effettuata per i dati COSMO-SkyMed e Sentinel-2A ha dimostrato la possibilità di individuare imbarcazioni di piccole dimensioni come quelle usate dagli scafisti nel Mediterraneo (fino a 10 m di lunghezza) con accuratezze elevate ($R^2=0,89$ per COSMO-SkyMed e $R^2=0,92$ per Sentinel-2A). Caratteristica comune a tutti i test è la migliore stima della rotta rispetto agli altri parametri.



Figura 1 – Esempio di identificazione di una barca mediante analisi ad oggetti di un'immagine ottica WorldView-2 ed estrazione dei parametri di movimento.

5. Riferimenti bibliografici

- Topputo F., Massari M., Lombardi R., Gianinetto M., Marchesi A., Aiello M., Tebaldini S., Banda F. (2015a), "Space Shepherd: using space assets to monitor, track and search-and-rescue illegal immigrants in the Mediterranean Sea", *Acts of the 66th International Astronautical Congress, IAC-15-E5.5.2*, 1-10.
- Topputo F., Massari M., Lombardi R., Gianinetto M., Marchesi A., Aiello M., Tebaldini S., Banda F. (2015b), "Space Shepherd: search and rescue of illegal migrants in the Mediterranean Sea through satellite imagery," *Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2015*, 4852-4855.
- Willhauck G., Caliz J.J., Hoffmann C., Lingenfelder I., Heynen M. (2005), "Object-Oriented Ship Detection from VHR satellite images", *Proceedings of the 6th Geomatic Week, Barcelona, Spain*, 1-12, 8-10.
- Crisp D.J. (2004), "The state-of-the-art in Ship Detection in Synthetic Aperture Radar Imagery," RR-0272, DSTO.