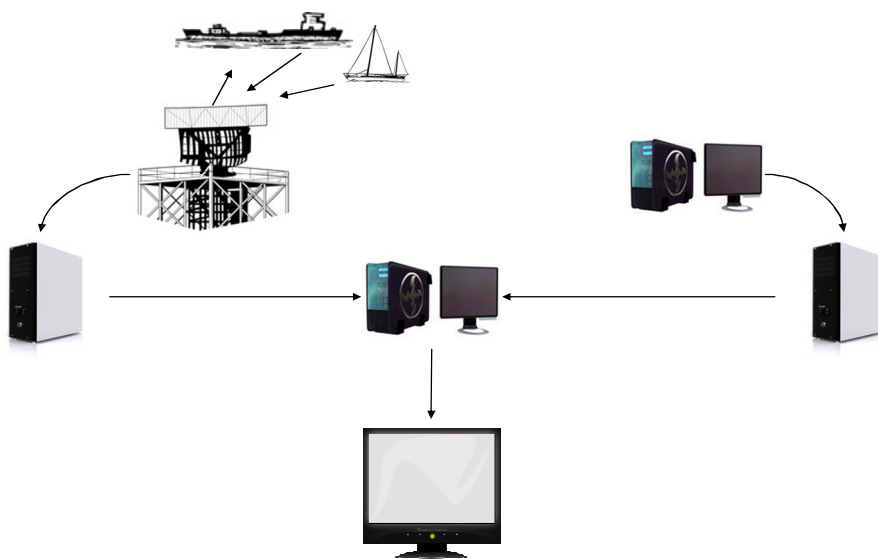


Relazione finale master in Homeland Security
Dr. Matteo Sigon, SELEX-Sistemi Integrati
Unità: Supporto alla progettazione

Target classification for Homeland Security



5. Obiettivi del progetto

L'obiettivo del progetto è la creazione di un ambiente software all'interno del quale viene simulato il processo di classificazione realizzato da un sistema contenente un radar di immagine.

Il programma, scritto interamente in Matlab[®], è diviso in due parti; nella prima parte viene generato il database contenente diverse classi di natanti (es. Gommone, Nave, Peschereccio, Petroliera), mentre nella seconda parte si classifica l'imbarcazione in esame tramite il calcolo della probabilità di corretta classifica.

Un esempio di natante appartenente alla classe "Nave" è riportato in Figura 3. L'immagine radar della Nave è composta, come le immagini di una fotocamera, da pixel ciascuno dei quali rappresenta la riflettività radar di una porzione dell'area della superficie bersaglio. Nell'immagine risultante le aree scure corrispondono a bassi valori di riflettività mentre le aree più chiare rappresentano zone con più alta riflettività radar.

La classifica viene effettuata confrontando l'immagine simulata con rumore (immagine radar simulata) con tutte le immagine ideali (senza rumore) del database. I risultati sono riportati in una matrice chiamata Matrice di Confusione. Ogni elemento, $P_{i,j}$, della Matrice di Confusione fornisce la probabilità che il natante i sia classificato come natante j ; in caso di elemento diagonale ($i=j$) la Matrice di Confusione fornisce la Probabilità di Corretta Classifica (P_{CC}) mentre negli altri casi ($i \neq j$) fornisce la Probabilità di errata classifica. Un esempio di classifica di immagini è riportato in Figura 45.

I parametri di input nella generazione del database sono: il numero di classi di natanti, il numero di hot point del natante e le sue caratteristiche geometriche (es. dimensioni scafo, cabina, numero di alberi etc) che variano casualmente in accordo al tipo di classe.

6. Complessità del problema

La maggiore difficoltà nello studio di immagini radar è la difficoltà di classificare correttamente oggetti tra loro anche “poco simili” in dimensione e/o RCS; accade spesso che natanti appartenenti a classi differenti possono dare vita ad immagini radar simili tra loro, aumentando sensibilmente la probabilità di errore in fase di classifica.

Oltre al caso di immagini “poco simili” va considerata anche la possibilità di avere immagini “simili tra loro”. Nella tabella 2 sono riportati i valori di RCS di imbarcazioni reali; è ben visibile come la zona di RCS compresa tra i 1000 ed i 10000m² è densamente popolata con numerose sovrapposizioni. di RCS. Si tratta di un fenomeno reale che abbiamo riscontrato anche nel corso della nostra simulazione; ad esempio, le due classi “Nave” e “Peschereccio”, pur avendo forme differenti, hanno valori di RCS “simili tra loro”.

Target Ship			Median radar cross section of target vessel, m ²								
Type	Overall length (m)	Gross tonnage	10	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000	10.000.000	approx. min. RCS	approx. max. RCS
Inshore fishing vessel	9	5	■							3	10
Small coaster	40-46	200-250		■						20	800
Coaster	55	500		■						40	2.000
Coaster	55	500		■						300	4.000
Coaster	57	500		■						1.000	16.000
Large Coaster	67	836-1.000		■						1.000	5.000
Collier	73	1.570		■						300	2.000
Warship (frigate)	103	2000*		■						5.000	100.000
Cargo liner	114	5.000		■						10.000	16.000
Cargo liner	137	8.000		■						4.000	16.000
Bulk carrier	167	8.200		■						400	10.000
Cargo	153	9.400		■						1.600	12.500
Cargo	166	10.430		■						400	16.000
Bulk carrier	198	15.000-20.000		■						1.000	32.000
Ore carrier	206	25.400		■						2.000	25.000
Container carrier	212	26436**		■						10.000	80.000
Medium tanker	213-229	30.000-35.000		■						5.000	80.000
Medium tanker	251	44.700		■						16.000	1.600.000

* Displacement
 ** Considerable deck cargo

S = stern on
 Q = quarter
 B = broadside
 BW = bow on
 BWQ = bow on
 n = near

Tabella 2: Ship RCS Table (Ref. [5])

7. Connessione con l'Homeland Security

Con la definizione Homeland Security si indicano solitamente l'insieme di quelle attività atte a prevenire eventi che possono mettere a repentaglio vite umane o causare perdite economiche per la nazione. Questa definizione è principalmente inerente al contesto civile e paramilitare mentre le tipiche applicazioni militari vengono raggruppate sotto il nome di Homeland Defence. L'insieme di queste due branche costituisce il più ampio campo dell' Homeland Protection.

L'attività detta di "border surveillance", ha come scopo principale quello di interdire l'ingresso nel territorio a persone, merci e materiali non autorizzati.

Le violazioni alla sicurezza possono essere molteplici, a partire dalle imbarcazioni di immigrati clandestini fino a pericoli ben più gravi quali il tentativo di introdurre armi di distruzione di massa.

L'attività di controllo dei confini può essere a sua volta divisa in due aree di competenza: blue (monitoraggio delle acque territoriali) e verde (controllo del territorio) (Ref. [7], cap.1, pg. 2,3).

Nel corso di questa relazione ci occuperemo di blue border control. Identificare un natante in avvicinamento alle acque territoriali è un processo strategico; perché permette di ridurre sensibilmente i tempi d'intervento (aumento dell'efficienza) e di migliorare la qualità dell'intervento stesso (aumento dell'efficacia). Ad esempio, avere la capacità di classificare un natante come "imbarcazione di clandestini" permette l'invio immediato di unità specializzate come soccorso medico e Guardia Costiera. Diversamente classificare correttamente un'imbarcazione come "nave sospetta" (ad esempio nave che trasporta materiali tossici) permette l'invio repentino di forze di sicurezza e di personale qualificato.

In sintesi, la conoscenza tempestiva della natura del natante permette: (i) l'ottimizzazione degli investimenti economici, (ii) la diminuzione dei tempi d'intervento e (iii) l'aumento della qualità dell'intervento stesso.