

ID

4-2021

2040
GLOBAL
ECONOMY

AFGHANISTAN-ITALIA
L'ULTIMO VOLO

LA CENTRALITA'
DEL MARE NERO

GLI EFFETTI
PSICOLOGICI
DELLA PANDEMIA

**Turisti, cittadini e
Altare della Patria**





FUTURO



LA LOTTA ALLA STRATEGIA DEL TERRORE

Il *Global Navigation Satellite System* come rilevamento degli ordini esplosivi improvvisati (IED)

Salvatore DE MATTIA

Gli IED (*Improvised Explosive Device*) sono annoverati tra i principali strumenti nella condotta della cd. "Asymmetric Warfare". In ambito militare l'esistenza di tale tipologia di ordigni non rappresenta, di per sé, un elemento di novità rispetto al passato. Quello che invece costituisce un fattore di discontinuità è proprio l'impiego quotidiano, diffuso e costante degli IED nelle recenti Operazioni, a dimostrazione che l'IED non è più considerato un "alternativo" mezzo di attacco, bensì lo strumento sul quale incentrare l'intera strategia del terrore.

In questo contesto il telerilevamento GNSS-R (*Global Navigation Satellite System - Reflected*) presenta diversi vantaggi se confrontato con altre tecniche esistenti con satelliti spettrometrici, radiometrici e applicazioni radar. Innanzitutto, grazie alla copertura globale e a tempo pieno fornita dai satelliti GNSS, l'impiego di questi segnali come fonti elettromagnetiche consentono misurazioni radar multi-statiche in banda "L".

Il principio di funzionamento passivo non richiede trasmettitori, essendo questi ultimi integrati nei satelliti

GNSS, permettendo così al sistema di essere leggero, compatto, ed economico: elementi fisico-costruttivi fondamentali per applicazioni di carattere militare con l'impiego di sistemi a pilotaggio remoto.

Sfruttando, altresì, le capacità di penetrazione dell'energia elettromagnetica all'interno del suolo si potrebbe implementare una possibile applicazione militare per rilevare la presenza di ordigni esplosivi improvvisati e mine, fungendo quale ulteriore capacità tecnologica per effettuare una ricognizione in specifici scenari operativi. In pratica, il segnale della banda "L" può interagire con i primi 10 cm, a seconda del livello di umidità del terreno e direzione dell'incidenza dell'onda elettromagnetica.

Un ricevitore all'uopo progettato potrebbe essere relativamente leggero e, pertanto, montato a bordo di un aereo senza pilota (UAV) controllato a distanza, evitando così la presenza umana sul campo.

I risultati scientifici dell'impiego di tale tecnica potrebbero confermare anche che, oltre ad identificare la presenza di un oggetto metallico sotto la superficie, potrebbero essere stimate le dimensioni, tramite pro-

cessing dei segnali ricevuti.

Elaborazione del segnale

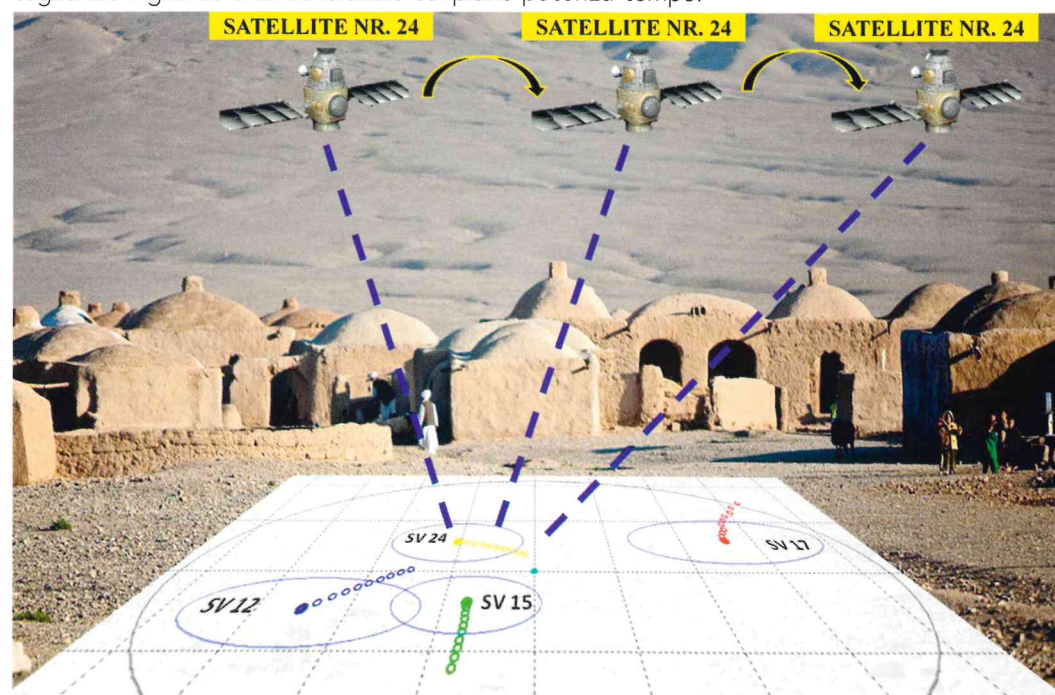
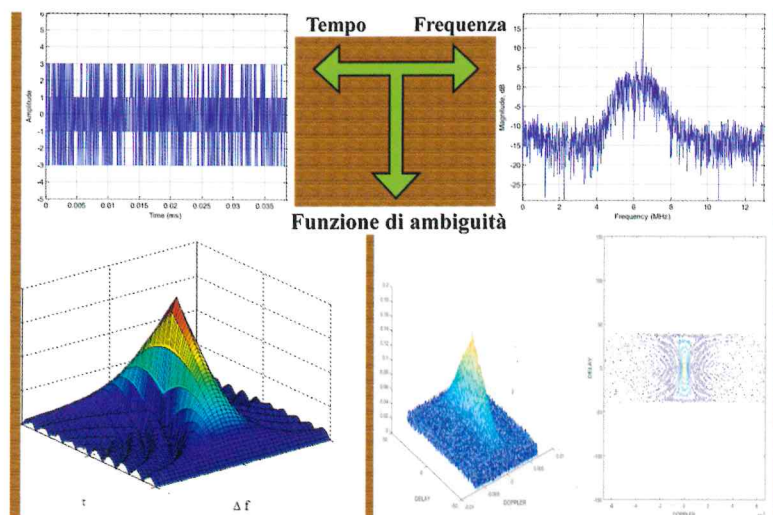
Ogni satellite GPS (*Global Positioning System*) trasmette un segnale portante a 1.575,42 MHz, modulato tramite un codice digitale (il cosiddetto codice *Coarse Acquisition* C/A). La ricezione di più segnali contemporanei non risulta un parametro critico, in quanto i segnali possono quindi essere facilmente separati sulla base del codice di rumore pseudo-casuale (PRN – *Pseudo Random Noise*) che modula la frequenza GPS L1, caratterizzante, in modo univoco, il segnale trasmesso.

Grazie alle caratteristiche di leggerezza, dimensioni ridotte e indipendenza da fonte di alimentazione esterna, può essere facilmente utilizzato come carico utile per un piccolo sistema aereo senza pilota (UAS- *Unmanned Aerial System*).

Tramite uno script in linguaggio Matlab (*Matrix Laboratory*), è possibile effettuare l'elaborazione del segnale con approccio ad anello aperto, in cui sostanzialmente vengono correlati i dati grezzi con una replica del codice C/A GPS trasmesso generato localmente da una routine software. La suddetta correlazione avviene sia nel dominio di ritardo temporale che in frequenza di traslazione Doppler. Il risultato di tale operazione consiste in un grafico tridimensionale denominato mappa di ritardo doppler (DDM – *Delay Doppler Map*).

Dalla mappa di ritardo doppler (DDM), è stata estratta la cosiddetta forma d'onda di ritardo (DW – *Delay Waveform*), ottenuta tagliando il grafico tridimensionale sul piano potenza-tempo.

Esempio di mappe in ritardo Doppler (DDM)

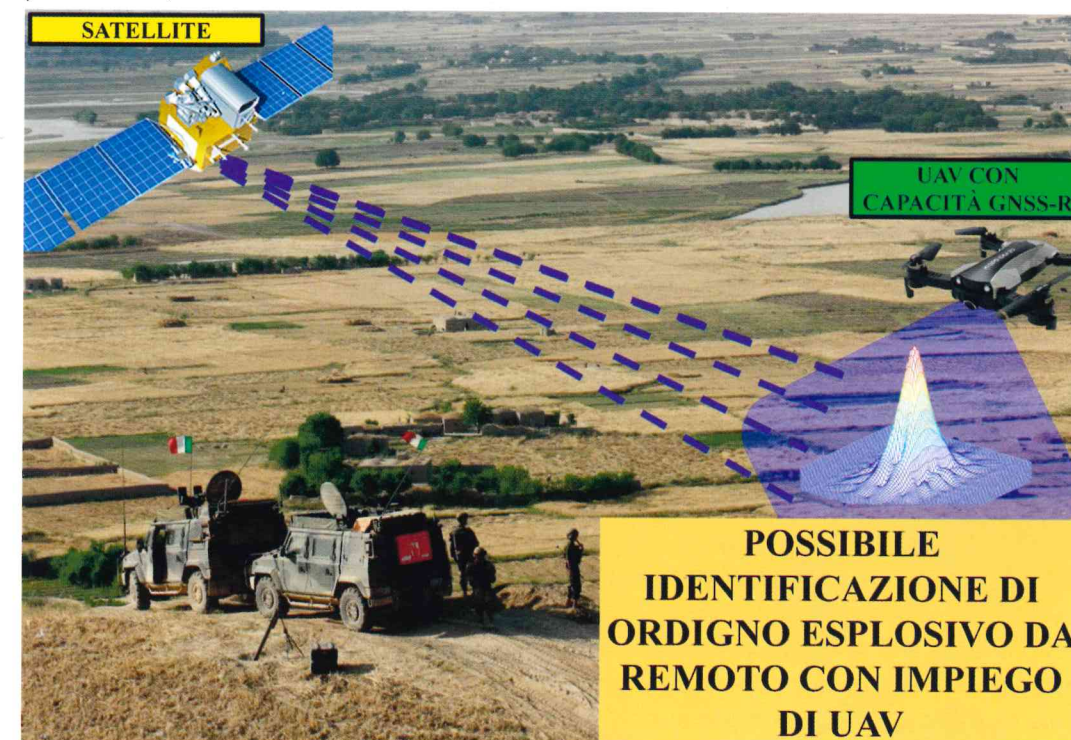


Misurazioni sperimentali effettuate per il satellite SV24

Misurazioni sperimentali

La conferma sperimentale dell'applicabilità di tale tecnica per il rilevamento di oggetti metallici sepolti, è stata espletata tramite talune misurazioni semplificate, nell'ambito di una campagna di misura effettuata durante il lavoro di tesi di laurea magistrale. Tramite un tool Matlab possono essere predette le posizioni di tutti punti di riflessione speculari per qualsiasi segnale GPS disponibile, ricavati con la posizione del ricevitore e la previsione delle orbite dei satelliti GPS.

In ambito militare, il tool di predizione risulta fondamentale, in quanto in fase di pre-misura, la visione dei punti speculari dei satelliti GPS sulla particolare zona d'operazione, permetterebbe di massimizzare l'efficienza della ricognizione e di valorizzare in modo accurato i risultati in sede di post-analisi. Maggiore risulta essere la profondità di sepoltura dell'oggetto sotto la superficie, maggiore risulta il degrado del livello di ampiezza del segnale ricevuto. Tale esperimento ha inoltre consentito di effettuare una stima della dimensione della piastra metallica (convoluzione spaziale dell'energia riflessa dal satellite con il piatto metallico), semplicemente quantificando il tempo di salita del segnale (circa 3 s) e conoscendo la velocità di scansione (circa 0.1 m/s). I dati riportati conducono ad una stima dimensionale di circa 30 cm (a fronte del valore della stessa pari a 28 cm).



Possibili applicazioni militari: Scenario di impiego su UAV in ambiente desertico

Possibili applicazioni operative

Il sistema proposto, derivante dall'applicabilità di una tecnica (GNSS-R) impiegata nel campo del *remote sensing*, potrebbe essere impiegato nel settore militare per il rilevamento di oggetti metallici, componenti ad esempio ordigni esplosivi improvvisati, sepolti sotto il terreno. L'esclusività della sezione ricevente potrebbe consentire al prototipo di essere di dimensioni ridotte e molto leggero, ponendosi, pertanto, quale sensore su un qualsivoglia veicolo pilotato da remoto. In tale ottica, si potrebbe effettuare la scansione di una determinata porzione del campo di battaglia, implicando un ridotto

