



I sistemi spaziali e il loro ruolo nella guerra moderna: l'arma invisibile che decide i conflitti

Pubblicato il 18/09/2025

Negli scenari bellici contemporanei, lo **Spazio** è diventato un dominio operativo imprescindibile, al pari di terra, mare, aria e cyber. La capacità di sfruttare i **dati, prodotti e servizi (DPS)** provenienti dalle piattaforme spaziali consente alle forze armate – sia nazionali sia alleate come la NATO – di operare con maggiore precisione, rapidità ed efficienza, riducendo i rischi per uomini e mezzi.

L'impatto è particolarmente evidente nei sistemi aerei a pilotaggio remoto (**UAS, Unmanned Aircraft Systems**), che dipendono in modo critico dai servizi spaziali per navigazione, comunicazioni, ricognizione e supporto operativo. Comprendere i **segmenti, le capacità e le vulnerabilità dei sistemi spaziali** è dunque fondamentale non solo per la pianificazione militare, ma anche per la sicurezza collettiva in un mondo caratterizzato da una competizione tecnologica e geopolitica sempre più serrata.

Dallo spazio profondo alla guerra moderna

Durante la **Guerra Fredda**, Stati Uniti e Unione Sovietica furono le potenze trainanti della corsa allo spazio, ottenendo enormi vantaggi tecnologici e militari. Oggi, il “club dello spazio” si è ampliato: **Cina, India, Europa, Giappone** e altre nazioni dispongono di capacità avanzate, mentre Russia e USA continuano a investire per mantenere la supremazia.

Lo spazio non è più solo un teatro scientifico o economico, ma un **dominio operativo strategico**. Satelliti di sorveglianza, sistemi di comunicazione e costellazioni di navigazione giocano un ruolo centrale nell’assicurare la superiorità informativa e la capacità di condurre operazioni militari integrate su scala globale.

I quattro segmenti di un sistema spaziale

Un sistema spaziale non si riduce al satellite che orbita sopra le nostre teste: esso è composto da quattro segmenti interconnessi, ognuno dei quali è indispensabile al funzionamento dell’insieme.

1. **Space Segment:** il satellite in orbita, dotato dei sensori o delle apparecchiature di missione.
2. **Ground Segment:** le stazioni di comando e controllo che gestiscono il satellite e il suo carico utile.
3. **User Segment:** gli utenti finali che ricevono ed elaborano i dati (forze armate, operatori civili, ecc.).
4. **Link Segment:** i collegamenti radio (uplink e downlink) che trasmettono dati e comandi.

Il malfunzionamento – o il sabotaggio – di uno solo di questi segmenti può compromettere l’intero sistema, rendendo lo spazio sia una risorsa strategica sia un bersaglio privilegiato. o sistema, rendendo lo spazio sia una risorsa strategica sia un bersaglio privilegiato.

I vantaggi e i limiti dei servizi spaziali

l’utilizzo dei satelliti comporta una serie di **vantaggi operativi**: copertura globale con forze ridotte, raccolta di informazioni senza violare confini nazionali, trasmissioni quasi in tempo reale e possibilità di supporto a operazioni di spedizione con reparti leggeri.

Tuttavia, non mancano i **limiti**: la risoluzione delle immagini, i tempi di rivisita, l'influenza delle condizioni atmosferiche e i ritardi nella trasmissione. Per questo, ogni missione richiede una pianificazione accurata basata sulle caratteristiche orbitali dei satelliti coinvolti.

Le orbite tipiche

- **LEO (Low Earth Orbit, 200-2.000 km)**: usata per osservazione terrestre, intelligence, scopi scientifici e la Stazione Spaziale Internazionale.
- **MEO (Medium Earth Orbit, 2.000-36.000 km)**: ospita le costellazioni GNSS come GPS e Galileo.
- **GEO (Geostationary Earth Orbit, 36.000 km)**: orbita geostazionaria ideale per comunicazioni e allerta precoce.
- **HEO (Highly Elliptical Orbit, 200-40.000 km)**: garantisce copertura prolungata su alte latitudini, utile per comunicazioni militari.

Le orbite tipiche

- **LEO (Low Earth Orbit, 200-2.000 km)**: usata per osservazione terrestre, intelligence, scopi scientifici e la Stazione Spaziale Internazionale.
- **MEO (Medium Earth Orbit, 2.000-36.000 km)**: ospita le costellazioni GNSS come GPS e Galileo.
- **GEO (Geostationary Earth Orbit, 36.000 km)**: orbita geostazionaria ideale per comunicazioni e allerta precoce.
- **HEO (Highly Elliptical Orbit, 200-40.000 km)**: garantisce copertura prolungata su alte latitudini, utile per comunicazioni militari.

Le sei aree funzionali delle capacità spaziali militari

Secondo la classificazione NATO, le attività spaziali possono essere suddivise in sei grandi aree.

Posizionamento, Navigazione e Timing (PNT). Sistemi come GPS, Galileo, Glonass e Beidou consentono il posizionamento preciso, la sincronizzazione delle comunicazioni e l'impiego di armi a guida di precisione. Tuttavia, la debolezza del segnale li rende vulnerabili a **jamming** e **spoofing**.

Intelligence, Sorveglianza e Ricognizione (ISR). Satelliti ottici, a infrarossi o radar ad apertura sintetica forniscono immagini e dati essenziali alla pianificazione militare, sebbene con limiti legati alla risoluzione, alle condizioni atmosferiche e ai tempi di rivisita.

Meteorologia e Oceanografia (METOC). Le previsioni meteo satellitari sono cruciali per le operazioni militari, in particolare per gli UAS, sensibili alle condizioni atmosferiche. Anche l'attività solare può influire su comunicazioni e sensori.

Space Situational Awareness (SSA). Monitoraggio delle attività nello spazio, prevenzione delle collisioni, tracciamento dei detriti e previsione degli overflight dei satelliti avversari: strumenti essenziali per la consapevolezza situazionale.

Comunicazioni satellitari (SATCOM). Fondamentali per comando e controllo, soprattutto per operazioni oltre la linea di vista. Consentono trasmissioni globali, ma sono soggette a limiti di capacità e vulnerabilità a interferenze.

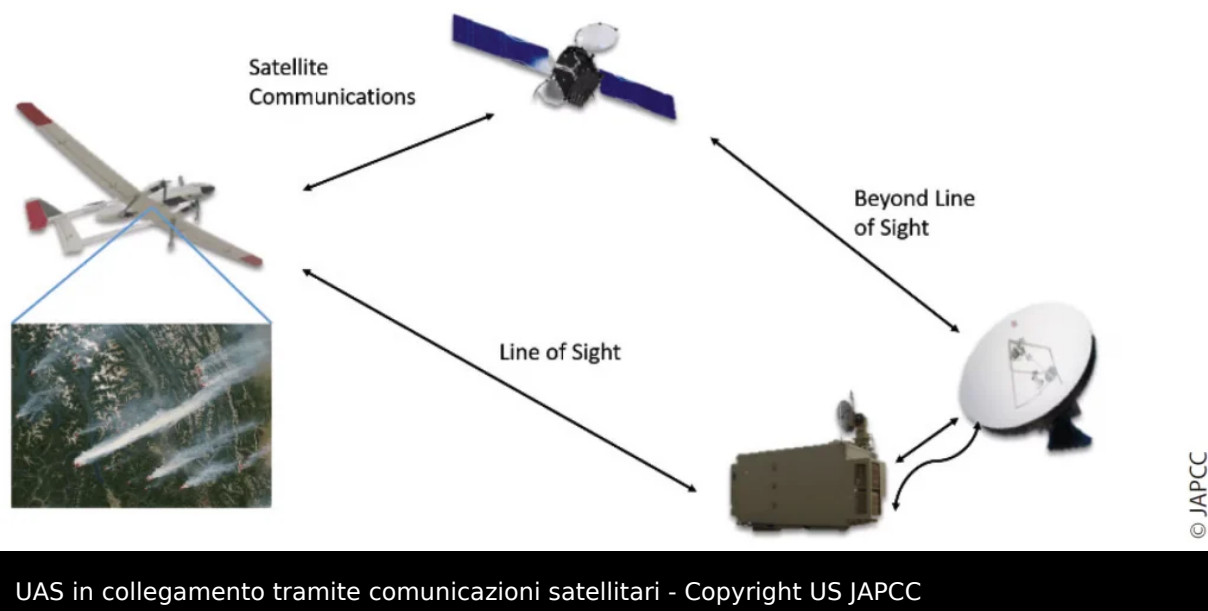
Allerta precoce condivisa (Shared Early Warning). Servizi di allerta missilistica basati su dati satellitari, essenziali per la difesa di alleati e popolazioni civili.

UAS e dipendenza dai servizi spaziali

Gli **aeromobili senza pilota** costituiscono oggi una gamma vastissima, dai droni commerciali ai complessi sistemi militari a lungo raggio. Tutti, in misura diversa, dipendono dai servizi spaziali.

Le **comunicazioni satellitari** (SATCOM) sono vitali per il controllo oltre la linea di vista (BLOS). I **servizi PNT** sono indispensabili per navigazione, sincronizzazione e impiego di munizionamento guidato.

La crescente complessità dei sensori a bordo degli UAS comporta una domanda esponenziale di banda, che i satelliti devono soddisfare con nuove costellazioni in orbite più basse (LEO e MEO), le cosiddette **mega-costellazioni**. Questi sistemi promettono maggiore capacità di trasmissione, minore latenza e copertura globale, ma aprono anche nuovi scenari di competizione strategica.



Le minacce: dal jamming allo spoofing

L'interruzione dei collegamenti satellitari rappresenta una delle vulnerabilità più gravi per le operazioni militari. Due tecniche sono ormai ben note e ampiamente utilizzate:

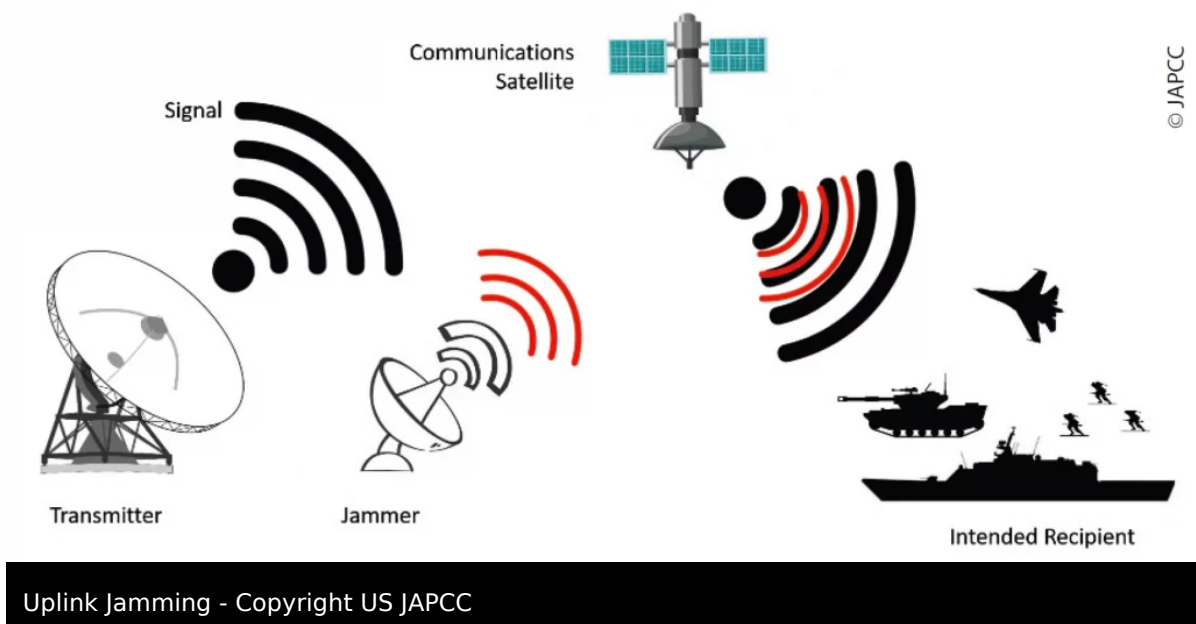
- **Jamming:** consiste nell'inviare un segnale radio disturbante nella stessa frequenza del segnale autentico, impedendo al ricevitore di distinguere quello corretto.
- **Spoofing:** è una forma più sofisticata, che consiste nel generare un falso segnale apparentemente autentico, inducendo il sistema bersaglio a ricevere dati errati.

Entrambe le tecniche hanno già dimostrato la loro efficacia contro i droni commerciali e rappresentano una minaccia concreta anche per i sistemi militari.

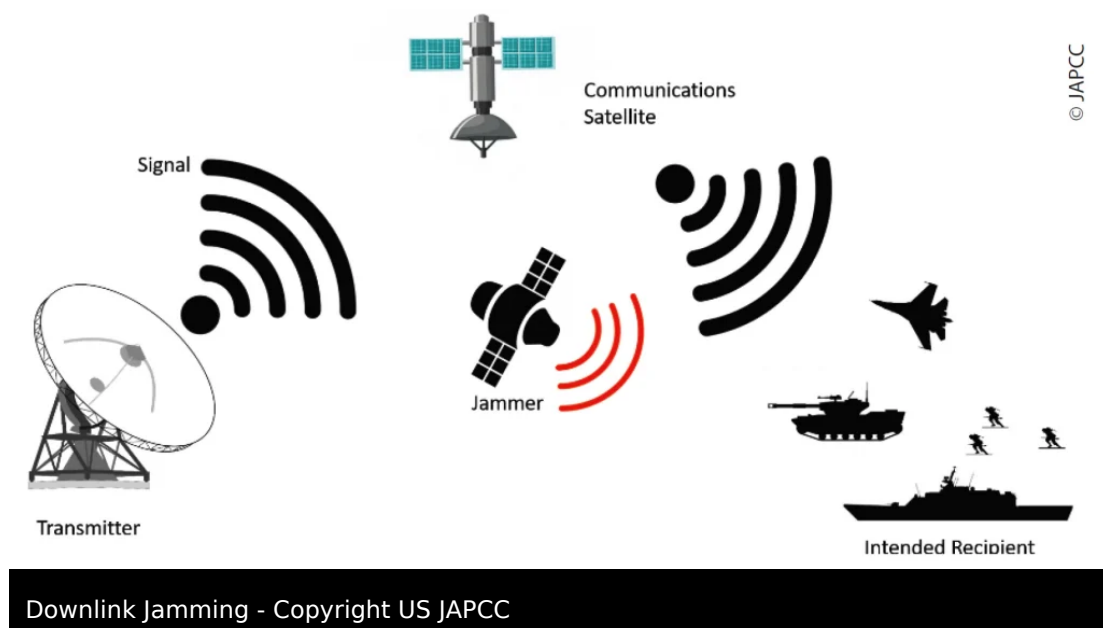
Uplink e Downlink Jamming

Oltre alle interferenze generiche, è fondamentale distinguere due varianti operative particolarmente rilevanti.

Uplink Jamming. In questo caso, il disturbo colpisce la tratta di comunicazione che va dalla stazione di terra al satellite. Il jammer deve trovarsi all'interno del campo visivo dell'antenna del satellite e trasmettere un segnale disturbante molto potente. Se efficace, il satellite non riesce più a distinguere il comando legittimo e l'intero flusso operativo viene compromesso. Questo tipo di attacco è particolarmente pericoloso perché colpisce la capacità di controllo del satellite, rendendolo temporaneamente inutilizzabile.



Downlink Jamming. Qui l'obiettivo è il segnale che scende dal satellite verso il ricevitore a terra o direttamente verso un UAS. Il jammer deve trovarsi vicino all'antenna ricevente e trasmettere un segnale disturbante, che oscura quello autentico. Questo approccio è più semplice e meno costoso, perché richiede meno potenza rispetto all'uplink jamming. Può però avere effetti devastanti, soprattutto contro UAS che dipendono dal collegamento continuo per ricevere dati critici.



Queste due forme di jamming mostrano chiaramente come i sistemi spaziali siano **vulnerabili su entrambe le tratte di comunicazione**: sia quella ascendente che quella discendente. Per questo motivo, le forze armate devono prevedere ridondanze, linee alternative e sistemi protetti contro interferenze intenzionali.

Le influenze del meteo spaziale

Non solo l'azione umana, ma anche i fenomeni naturali possono compromettere le comunicazioni satellitari. Le tempeste solari e l'attività geomagnetica possono provocare disturbi nei segnali GNSS e SATCOM, danneggiando i sistemi elettronici a bordo degli UAS e delle stazioni di terra.

Un improvviso blackout dovuto a una tempesta solare può avere lo stesso effetto di un attacco di jamming, ma senza possibilità di attribuzione o difesa preventiva. Questo aggiunge un ulteriore livello di complessità alla gestione delle operazioni militari dipendenti dallo spazio.

Conclusione

Lo spazio è oggi un **moltiplicatore di forza** essenziale per le operazioni militari. Nessuna missione moderna può essere pianificata o condotta senza il supporto di satelliti per navigazione, comunicazione, sorveglianza e allerta precoce. Tuttavia, questa dipendenza comporta anche nuove vulnerabilità.

Gli UAS, in particolare, sono strettamente legati alla disponibilità di servizi satellitari. Attacchi mirati – dal **jamming** allo **spoofing**, fino a forme più specifiche come l'**uplink** e il **downlink jamming** – possono compromettere missioni critiche, ridurre l'efficacia operativa e persino causare la perdita di assetti.

La sfida per le forze armate moderne sarà quindi duplice: da un lato sfruttare al massimo le opportunità offerte dalle nuove costellazioni satellitari e dall'integrazione di sistemi spaziali sempre più avanzati; dall'altro proteggere questi stessi sistemi da interferenze, attacchi e fenomeni naturali che potrebbero trasformare il vantaggio tecnologico in un tallone d'Achille.

Link notizia: <https://www.japcc.org/chapters/c-uas-space-operations/>