

IL POTERE SPAZIALE OPERAZIONI SPAZIALI MILITARI E RUOLO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Giacinto D'Urso e Giorgio Giosafatto



Il Potere spaziale. Operazioni spaziali militari e ruolo dell'Intelligenza Artificiale

di Giacinto D'Urso, Giorgio Giosafatto

© 2024 ISPI

Via Clerici 5 – 20121 Milano – Italia

www.ispionline.it

Prima edizione Maggio 2024

Le opinioni qui espresse sono strettamente personali e non riflettono necessariamente la posizione dell' ISPI.

L'impaginazione e la revisione editoriale di questa analisi hanno beneficiato del sostegno della Fondazione Compagnia di San Paolo

IL POTERE SPAZIALE OPERAZIONI SPAZIALI MILITARI E RUOLO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

GIACINTO D'URSO, GIORGIO GIOSAFATTO

ISPI

- **Giacinto D'URSO**, laurea magistrale in Scienze Politiche, in Scienze Diplomatiche e Internazionali, Giurisprudenza, Scienze Strategiche e Psicologia, è abilitato all'esercizio della professione di psicologo e ha frequentato alcuni Master Universitari di I Livello fra cui quello in Gestione e Amministrazione delle Risorse Umane.
- **Giorgio GIOSAFATTO**, laurea magistrale in Scienze Strategiche e Politico-Organizzative e la laurea in Scienze Politiche e delle Relazioni Internazionali, nel periodo 2020-22 ha frequentato, presso l'US Army Command and General Staff College, il corso Command and General Staff Officer Course e, presso la School of Advanced Military School, il corso Advanced Military Studies Program conseguendo rispettivamente il Master of Military Art and Science in Military History e il Master of Arts in Military Operations. Ha, inoltre, conseguito la qualifica di consigliere di Diritto Umanitario Internazionale nei conflitti armati.

INDICE

Abstract	6
Introduzione	8
Cosa si intende per potere spaziale?	10
Il potere spaziale delle principali potenze mondiali. Una panoramica storica del sistema delle relazioni internazionali	13
Che cosa è un'operazione spaziale militare?	20
Quali possono essere le minacce da affrontare nel corso di un'operazione spaziale?	23
L'intelligenza artificiale nello spazio	25
Discussione	26
Conclusione	32
NOTES	34
REFERENCES	36
GLI AUTORI	45



ABSTRACT

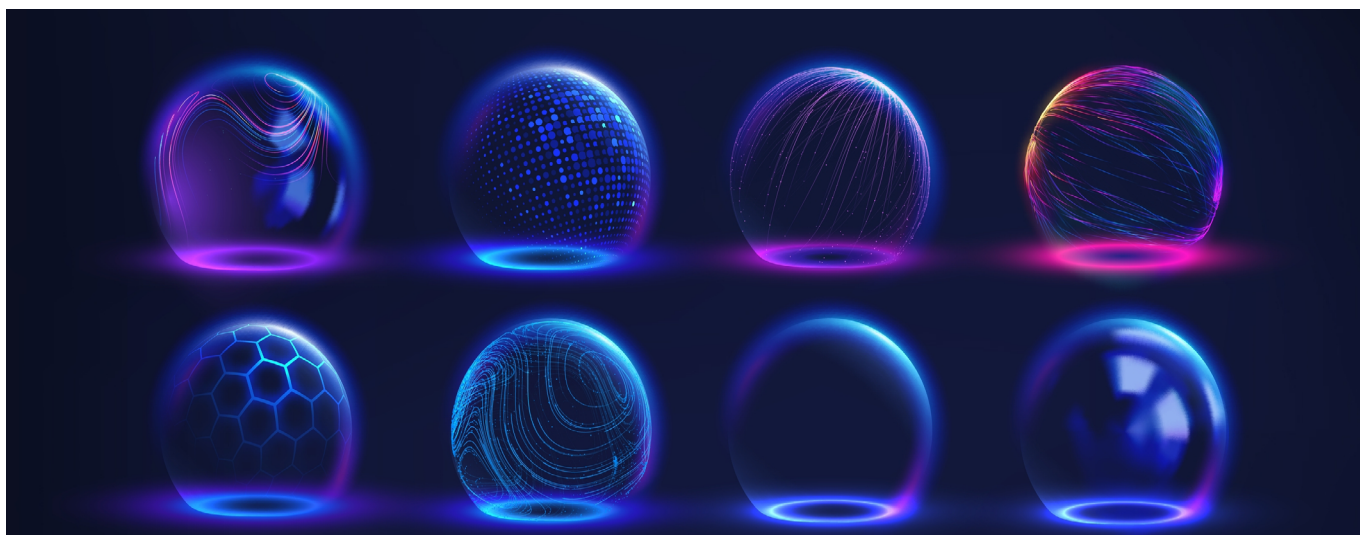
Il presente contributo affronta il tema del potere spaziale ed evidenzia che lo spazio sta divenendo un'arena in cui è fervente la competizione fra gli Stati per accrescere la loro influenza geopolitica e per acquisire i vantaggi offerti dalla *space economy*. La convergenza di interessi nazionali in uno scenario caratterizzato dalla presenza di attori pubblici e privati, da condizioni molto complesse e da elevati livelli di fluidità può essere causa di tensioni politico-economiche che potrebbero culminare in uno scontro armato. In tale quadro, è necessario che gli Stati agiscano in maniera agile, si adattino rapidamente ai cambiamenti e conducano in ogni momento attività di prevenzione, di deterrenza e di contrasto ai tentativi di espansione dell'influenza avversaria. Le nuove tecnologie, prima fra tutte l'intelligenza artificiale, concorrono ad accrescere la capacità degli attori internazionali di agire nello spazio con sicurezza ed efficienza. Occorre, tuttavia, una maggiore comprensione del concetto di potere spaziale e un ulteriore sforzo giuridico-normativo per poter disciplinare e rendere sostenibili le operazioni *dual use*¹ che le potenze svolgono in questa dimensione con sempre maggiore ricorrenza.

This paper addresses the issue of space power and highlights that space is becoming an arena in which states compete to increase their geopolitical influence and gain the benefits guaranteed by the space economy. The convergence of national interests in the fluid and very complex operational scenario, characterized by the presence of public and private actors, can cause political and economic tensions that could culminate in an armed conflict. In this context, States must act swiftly and adapt rapidly to changes to carry out prevention, deterrence, and counter-measures at all times to prevent the expansion of competitor's influence. The new technologies, first of all artificial intelligence, contribute to increasing the ability of international actors to act in space efficiently and with security. However, we need a greater understanding of the concept of spatial power and a further effort to regulate and make sustainable the dual-use operations that the international powers carry out in the space with increasing recurrence

INTRODUZIONE

Gli ultimi venti anni sono stati caratterizzati da una rinnovata motivazione all'esplorazione spaziale e dalla decisa volontà delle principali potenze mondiali di accrescere la propria presenza nel sistema solare e nell'orbita terrestre (SU, 2023). In questa nuova competizione, i Governi sono stati affiancati da una serie di attori pubblici e privati, interessati ad acquisire un vantaggio tecnico-scientifico o a trarre un profitto dalla fornitura di servizi di connettività, di comunicazione e di navigazione a livello globale (Massey, 2020; Li et al, 2021; Pavur et Martinovic, 2022; Abashidze et al 2022).

La società statunitense SpaceX (che già dispone di oltre 5.000 satelliti e che ha in programma di lanciarne in orbita altri 7.000 - Boley et Byers, 2024), la China Academy of Space Technology e la Innovation Academy for Microsatellites (a cui è stato affidato il compito di mettere in funzione una costellazione di 13.000 satelliti denominata "Guowang" - Rome, 2023) e l'Unione Europea (che sta finalizzando il progetto della costellazione IRIS2)² sono fra le principali protagoniste di questa nuova era spaziale a cui potrebbero affiancarsi presto altre società come Oneweb e Amazon (Roulette, 2023; Tricco, 2023; Langston et Taylor, 2024). Le collaborazioni pubblico-privato hanno permesso ad alcuni paesi di ottenere importanti vantaggi nell'arco di alcuni anni. Gli Stati Uniti d'America, ad esempio, hanno ritrovato una propria autonoma capacità di trasporto in orbita dopo l'abbandono del programma "Shuttle" (Bignami et Sommariva, 2017). Il Giappone e l'India sono riusciti a completare una missione di atterraggio sulla luna (ANSA (a), 2023; ANSA (a), 2024; Pekkanen et al, 2023; Narendranath et al, 2024). La Cina sta conducendo un programma di esplorazione di Marte con la sonda "Tianwen 1" (ANSA, 2021; Li et al, 2023; Ma et al, 2023). Inoltre, la possibilità per i privati di poter accedere allo spazio extra atmosferico ha avuto positive ricadute sulla qualità e tipologia di servizi tecnologici a disposizione dei consumatori, rendendo di fatto sempre più forte la dipendenza dalle risorse spaziali, l'idea che le innovazioni siano espressione di civiltà (Stroikos, 2020) e l'impatto che esse hanno sulla percezione pubblica delle scelte politiche anche nei paesi non democratici (Hines, 2022).



Il divario esistente fra l'esiguo numero di attori che possono esercitare una forma di potere spaziale e i paesi con una visione ancora stato centrica, con ristrettezze economiche e con difficoltà di sviluppo tecnologico è fonte di insicurezza e di tensioni politico-diplomatiche. Questo clima di instabilità geopolitica sta incoraggiando alcuni governi a potenziare il comparto militare e a sostenere una strategia di "deterrenza e superiorità" tipica degli anni della guerra fredda (Vidal et Privalov, 2023; SU, 2023; ANSA (b), 2024; ANSA (c), 2024).

In un quadro di conflittualità continua, è verosimile che la capacità di un paese di operare nello spazio possa essere oggetto di aggressione o essere esposta a una minaccia. Per questo motivo, gli attori internazionali stanno imparando a gestire e a proteggere il proprio segmento di potere spaziale, in uno scenario di crescente trasformazione digitale, di maggior coinvolgimento dell'opinione pubblica e, in generale, di una competizione senza confini e regole. Pertanto, la comprensione del concetto di potere spaziale, di cosa sono le operazioni spaziali militari, dei fattori di rischio

che possono incidere sulla sicurezza degli assetti spaziali e dei potenziali effetti legati all'utilizzo di sistemi basati sull'intelligenza artificiale è quanto mai importante per avviare e articolare un ciclo virtuoso che consenta di chiarire l'evoluzione dello scenario, di definire il livello di minaccia in atto e, conseguentemente, di tutelare gli interessi nazionali nel miglior modo possibile (Oniosun et Klinger, 2022; Li, 2023; Oniosun, 2023; Rubin, 2024).

COSA SI INTENDE PER POTERE SPAZIALE?

Sebbene le norme internazionali in vigore abbiano garantito la libertà di utilizzo e di accesso allo spazio per attività di ricerca scientifica e di esplorazione (Aganaba-Jeanty, 2016), solo un numero ristretto di attori sono riusciti a esercitare questi diritti e a rendere effettiva la loro presenza nell'orbita terrestre. Il rapido sviluppo tecnologico che ha caratterizzato gli ultimi anni ha ulteriormente ridotto il bacino di competitors che hanno la possibilità di poter operare in modo autonomo nello spazio, di poter incidere sulla sua governance (Tepper, 2022) e di ambire a un esercizio sempre più ampio di potere (van Eijk, 2022; Hussain et Shahzad, 2023).

Il concetto di potere spaziale, benché sia oggetto di particolare interesse geopolitico, a oggi non è stato univocamente definito. I primi tentativi di delineare una teoria hanno avuto una natura strettamente specialistica, soffermandosi su argomenti tecnici o su aspetti politici (Oberg, 1999; Dolman, 2001). Successivamente, gli sforzi sono stati diretti a ricercare e descrivere connessioni o analogie con i tradizionali domini e le classiche teorie dell'arte della guerra (France, 2000; Fox, 2001), ritenendo che lo *space power* fosse l'espressione della capacità di un paese di utilizzare lo spazio per supportare le forze terrestri, marittime e aeree e consentire loro di operare in modo più efficace. Tale visione è stata poi ampliata, evidenziando che il controllo dello spazio è un fattore di potenza che consente di proiettare le funzioni militari (presenza, prospettiva, risposta e distruzione) ovunque nel mondo e, conseguentemente, di poter scoraggiare e imporre degli obblighi agli avversari (Fredriksson, 2006; Moltz, 2014; Kraska et Raul, 2022; Smith, 2023).

La globalizzazione e la continua competizione fra gli Stati (Mc Coy, 2018; Stefanovich, 2023; Qisong, 2024) hanno accresciuto la necessità di declinare in modo più esaustivo la nozione di potere spaziale e hanno contribuito a far maturare la consapevolezza che lo spazio è una dimensione autonoma ed eterogenea con una valenza strategica poiché capace di incidere in modo trasversale sui settori vitali di un paese (Pražák, 2021; Rementeria, 2023). Alcuni autori si sono, pertanto, soffermati sull'idea che il potere spaziale sia la manifestazione della capacità di utilizzare l'ambiente extra atmosferico per poter generare ricchezza, per accrescere la propria sicurezza e la propria autorità politico-diplomatica, per individuare nuove fonti di energia e cogliere le opportunità di esplorazione e sopravvivenza in zone dell'universo diverse dal pianeta Terra (Scott, 2018; Hays, 2020; Bowen, 2020; Pekkanen, 2023). D'altro canto, altri ricercatori hanno definito l'idea di potere spaziale avvalendosi dei concetti già disponibili nel campo delle relazioni internazionali, evidenziando che l'esercizio di una posizione dominante in questa nuova dimensione consente di influenzare il comportamento dei partner (potere relazionale) e di modellare la struttura (potere strutturale) all'interno della quale hanno luogo le interazioni (Pace, 2023; Morin et Tepper, 2023).

Una parte della letteratura si è, invece, soffermata sulla connotazione multidimensionale del potere spaziale, descrivendolo come un crocevia di interessi di natura politica-economica, sociale, tecno-scientifica e infrastrutturale (Peter, 2010; Tucker et Alewine, 2023) che oggi i governi nazionali non riescono più a gestire in una forma accentrata. Per questo motivo, la storia degli ultimi due decenni delle principali potenze spaziali è stata scandita da un importante processo di trasformazione volto a ricercare una crescente sinergia con la propria comunità scientifica (Ryan et Neumann, 2013; Kate et al, 2019) e creare le condizioni giuridico-economiche necessarie alla crescita di un ecosistema di aziende non governative capaci di partecipare ai programmi spaziali (Nie, 2022; Rementeria, 2022; Huan et al, 2023; van Wieringen et Zajontz, 2023; Pekkanen et al 2023).

Aliberti et al (2023) hanno definito il concetto di potere spaziale accostandolo a quelli di autonomia decisionale (tecnica e politica) e di capacità esecutiva (hard e soft). In tal senso, un paese può essere definito una potenza spaziale allorquando sia in grado di determinare autonomamente i propri interessi e di formulare decisioni strategiche su come perseguirli.

È desumibile, quindi, che la complessità del concetto di potere spaziale risieda nella specificità dell'ambiente extra-atmosferico che richiede agli attori la capacità di rinnovarsi e di saper integrare gli strumenti di potere nazionale³ tradizionali (diplomatico, informativo, militare, economico - DIME) con tutte le risorse disponibili⁴ in ambito nazionale (Migaud et al, 2021; Bousedra, 2023). Questa capacità va, tuttavia, coniugata con l'abilità di superare ogni limite posto all'autonomia decisionale e di rendere effettive le determinazioni assunte.

Ai nostri giorni, lo stallo in cui versano le istituzioni internazionali e la loro difficoltà nel garantire la stabilità geopolitica e la sicurezza nel mondo, sta facilitando l'affermazione di nuovi livelli di ambizione nazionale. Questa situazione potrebbe indurre le potenze emergenti a intervenire direttamente nella gestione degli affari politico-economici internazionali (Gerbaudo, 2022) per trasformare il proprio interesse a un maggiore potere spaziale in un'occasione di confronto volta a definire una nuova "balance of power" (Burzykowska, 2009; Drozhashchikh, 2018; Hussain et Shahzad, 2023).

L'indeterminatezza che caratterizza questo scenario richiede, dunque, di essere continuamente pronti alla guerra e a porre in essere in ogni momento attività di prevenzione, di deterrenza e di contrasto ai tentativi di espansione dell'influenza avversaria in tale dominio.

IL POTERE SPAZIALE DELLE PRINCIPALI POTENZE MONDIALI. UNA PANORAMICA STORICA DEL SISTEMA DELLE RELAZIONI INTERNAZIONALI

Nel corso della storia, l'uomo ha sempre guardato alla volta celeste con grande curiosità e interesse, ma solo a partire dal XX secolo sono state percorse le tappe che hanno reso possibile l'esplorazione spaziale. Nella prima metà del Novecento, il regime nazista fu il primo a concepire l'idea di realizzare dei razzi per colpire obiettivi posti a grandi distanze. Tale iniziativa fu, tuttavia, realizzata solo qualche anno dopo dagli Stati Uniti d'America (USA) e dall'Unione Sovietica (URSS) che svilupparono ambiziosi programmi missilistici per accrescere la propria capacità di deterrenza e di difesa (Bramwell, 1970). Le innovazioni tecnologiche introdotte per la progettazione e la costruzione di questi sistemi d'arma si rivelarono poi essenziali per maturare il *know-how* necessario per ideare vettori dotati della potenza sufficiente a vincere la forza di gravità e raggiungere l'orbita terrestre.

Durante gli anni della guerra fredda, la contrapposizione tra le due superpotenze non ebbe confini e si estese, addirittura, allo spazio extra atmosferico, assumendo nel tempo caratteristiche e modalità differenti. Difatti, nelle fasi iniziali,⁵ USA e URSS si confrontarono affannosamente per affermare a livello globale la propria leadership tecnologica che veniva ritenuta uno dei principali indicatori di potenza (Peter, 2006). Questi paesi sostennero, pertanto, enormi sforzi politici ed economici per conquistare obiettivi di livello strategico sempre più ambiziosi (Ostovar, 1998). In tal senso, fu emblematico il discorso in cui il presidente americano John F. Kennedy enfatizzò l'importanza attribuita al dominio spaziale dichiarando che: "... no single space project in this period will be more impressive to mankind, or more important for the long-range exploration of space; and none will be so difficult or expensive to accomplish" (Ostovar, 1998).

Negli anni successivi,⁶ invece, le due superpotenze ridimensionarono il loro atteggiamento, preferendo una maggiore cooperazione

soprattutto nel settore spaziale. Questo approccio aveva una natura opportunistica che scaturiva dalla consapevolezza che le armi nucleari costituivano un pericolo per l'esistenza umana e che, quindi, fosse necessario assicurare una più ampia cornice di sicurezza nazionale attraverso il ricorso a nuove conoscenze e tecnologie⁷ (Lele, 2023). La diffidenza continuò, tuttavia, a caratterizzare le relazioni USA-URSS che non persero l'occasione di utilizzare le competenze acquisite per rendere più agevole la prevenzione e repressione di eventuali minacce attraverso un migliore accesso alle informazioni. Ciò è testimoniato, ad esempio, dalla realizzazione dello US Strategic Defence Initiative (SDI), del Soviet Fractional Orbit Bombardment System (FOBS) oltre che da iniziative che consentirono di utilizzare con regolarità le orbite ad alta ellittica (HEO) per poter disporre di un punto di osservazione continuativo sul territorio di tutti i possibili *competitors* (Marrone et Nones, 2022).

I vantaggi offerti dalle nuove tecnologie nell'ambito di un'operazione militare furono, tuttavia, apprezzati solo durante la guerra del Golfo (1990-91). In tale circostanza, le Forze Armate si avvalsero dei primi sistemi di navigazione satellitare, delle capacità di sorveglianza e controllo del campo di battaglia e dei servizi di geo-intelligence basati sui dati forniti dai satelliti che risultarono decisivi per contrastare la capacità di manovra avversaria e aumentare il livello di protezione delle unità dispiegate sul terreno (Anson et Cummings, 1991).

Nell'ultimo trentennio, il dominio spaziale ha visto accrescere ancora più la propria rilevanza da un punto di vista geopolitico e militare, soprattutto a livello strategico. Infatti, si è ampiamente diffusa la consapevolezza che la capacità di proiettarsi nell'ambiente circumterrestre rafforzi l'immagine internazionale degli stati, attribuendo loro la potenza necessaria per promuovere e salvaguardare gli interessi nazionali a livello globale (Ahmed et al., 2023; Bowen, 2020). Le tecnologie spaziali, inoltre, hanno acquisito una connotazione sempre più *dual use* in quanto i servizi offerti concorrono a garantire la continuità di funzionamento dell'organizzazione statale e, chiaramente, delle sue componenti

militari (Comparini, 2021). Per questo motivo, USA, Russia, Cina e India hanno avviato la sperimentazione di tecnologie Anti-Satellites (ASAT) e sviluppato capacità di *counter-space* con l'obiettivo di ingenerare effetti socio-politici ed economici in grado di limitare la capacità di resistere dell'avversario, di indurlo alla sottomissione e, al contempo, di proteggersi da analoghe iniziative nemiche (Ahmed et al, 2023; Smith, 2023).

Ai nostri giorni, il dominio spaziale continua a crescere d'importanza al punto che le tensioni e l'escalation di forza sembrano proiettarsi lentamente nell'orbita terrestre, dal momento che i sistemi spaziali vengono considerati dei veri e propri "enabler of the way of life and way of war" (US Department of Defence (b), 2020). In un simile scenario, molti paesi hanno deciso di dotarsi di strutture militari capaci di garantire la sicurezza degli assetti satellitari e accrescere le capacità di confronto militare in questa nuova dimensione.

Gli USA sono stati i primi ad agire in tal senso. Nel 1985 hanno istituito l'U.S. Space Command le cui competenze sono confluite nel 2002 nell'ambito dello U.S. Strategic Command, uno degli undici comandi strategici americani. Successivamente, nel 2019, è stata costituita la U.S. Space Force (USSF) alla quale è stato attribuito il rango di Forza Armata. La USSF ha il compito di organizzare, addestrare, equipaggiare e fornire forze con capacità spaziali ai comandi strategici statunitensi (US Department of Defense (a), 2020), nonché di promulgare direttive sulla tematica della politica spaziale statunitense. Nel 2020 è stata pubblicata la Strategia Spaziale di difesa (DSS) americana che definisce gli obiettivi da perseguire in dieci anni per raggiungere il livello di operatività desiderato. In particolare, gli statunitensi mirano a mantenere la superiorità nella quinta dimensione, fornire un supporto spaziale alle operazioni nazionali *joint* e *combined* e garantire la stabilità nell'orbita terrestre (US Department of Defense (b), 2020).

La Russian Aerospace Force (RAF) è l'istituzione della Difesa russa preposta al controllo delle attività condotte nello spazio che ha ereditato le esperienze acquisite dalla Forza Spaziale Sovietica. La Russia è ancora oggi una potenza spaziale credibile

(La Rocca (a), 2022; Bodner, 2015). Tuttavia, la guerra con l'Ucraina e la conseguente crisi economica hanno costretto il paese a operare sostanziali tagli di bilancio che non hanno permesso di affrontare le riforme necessarie per l'ammodernamento del comparto. Tale situazione di incertezza non ha, inoltre, agevolato la formazione di un bacino di aziende interessate a investire nel settore tecnologico e industriale e ad assicurare un adeguato livello di innovazione nel campo spaziale (Sourbès-Verger, 2019).

La Cina ha avviato programmi volti a sviluppare autonome capacità spaziali già negli anni Cinquanta del Novecento ed è riuscita a proiettare nello spazio il primo satellite nazionale negli anni Settanta. L'incredibile sviluppo economico e tecnologico registrato dalla fine del 1900 ha rappresentato un acceleratore che ha consentito al paese di assurgere al ruolo di potenza spaziale in un arco temporale abbastanza ristretto. Infatti, la lungimiranza della leadership cinese ha permesso l'avvio delle predisposizioni giuridico-economiche che hanno reso possibile la realizzazione di un ambiente florido per la crescita di aziende pubbliche e private capaci di concorrere allo sviluppo del settore e di colmare le lacune tecnologiche esistenti. Nel 2021 la Cina si è dotata di una Strategic Support Force (SSF) (La Rocca (a), 2022) che ha la gestione sia degli apparati missilistici a lungo-lunghissimo raggio sia della componente spaziale vera e propria. L'approccio strategico del paese sinico sembra orientato a innalzare sistematicamente il livello della sfida globale nell'orbita extra-terrestre, pur evitando il ricorso diretto all'uso della forza e dichiarandosi essenzialmente aperta al dialogo internazionale. In tale direzione si inseriscono le iniziative volte alla promozione di partnership⁸ per la costruzione di satelliti, per la condivisione di infrastrutture spaziali e di servizi/applicazioni/dati con l'obiettivo di favorire crescita e sviluppo per i paesi aderenti e, al contempo, di generare ricchezza per il popolo cinese ma anche dipendenza o sudditanza per i partner.⁹ La *vision* cinese resta, comunque, quella di proteggere le proprie risorse dalle minacce percepite, principalmente da USA e paesi occidentali, in un circolo vizioso che può portare a meno cooperazione e dialogo, più concorrenza e blocchi (La Rocca (a), 2022).

L'India ha sempre dimostrato una particolare propensione all'investimento nel settore spaziale, giudicato il mezzo per poter far conoscere al mondo il livello di civiltà raggiunto dal popolo indiano. Il successo cinese nella sperimentazione dei sistemi ASAT (2007) è stata percepita come una minaccia che ha costretto il paese a progettare e realizzare celermente i programmi necessari a garantire una maggiore sicurezza dei propri assetti spaziali/satelliti (Lele, 2021). Nel 2010, pertanto, il Governo decise di introdurre una cellula di aggregazione di tutte le risorse scientifiche, diplomatiche e militari necessarie a tutelare gli interessi nazionali nello spazio. Nel 2019 fu istituita la Defence Space Agency (DSA) nella quale, al termine di un iniziale processo di formazione, sono confluite il Defence Imagery Processing and Analysis Centre (DIPAC) di Delhi e il Defence Satellite Control Centre (DSCC) di Bhopal (Lele, 2023).

L'Australia si è dotata, dal 18 gennaio 2022, del Defence Space Command (DSpC), per gestire in modo efficace ed efficiente le attività spaziali della Difesa. Il DSpC, alimentato con personale dell'Aviazione, dell'Esercito, della Marina e della Pubblica Amministrazione australiana, fornisce leadership e coordinamento operativo a supporto della sicurezza nazionale e delle forze militari. In aggiunta, l'Australian Space Operations Centre (AUSSpOC), rappresenta il punto focale per la diffusione della consapevolezza del dominio spaziale, per la pianificazione e l'esecuzione di misure di controllo dello spazio oltre che per l'integrazione/coordinamento di altre operazioni spaziali a sostegno della forza. Infine, l'Australian Space Agency (ASA), è incaricata di gestire la policy delle attività spaziali civili e rappresenta un *key element* per generare un approccio integrato che consenta di perseguire un adeguato livello di sicurezza nazionale, sempre più collegata allo spazio (Australian Defence Space Command, 2022).

L'Unione Europea (UE) ha identificato lo spazio come un settore strategico e, nel corso dell'ultimo biennio, ha intrapreso una serie di iniziative per proteggere le proprie risorse spaziali, difendere i propri interessi, scoraggiare attività ostili e rafforzare la propria posizione strategica e autonomia. Nel 2023 è stata, pertanto,

definita la prima strategia spaziale dell'UE per la sicurezza e difesa che si basa su cinque pilastri fondamentali: garantire una comprensione condivisa delle minacce spaziali, migliorare la resilienza e la protezione dei sistemi e dei servizi spaziali dell'UE, rafforzare la capacità collettiva di rispondere a qualsiasi attacco e minaccia che metta a rischio gli interessi in materia di sicurezza, sviluppare capacità spaziali a duplice uso, anche a fini di sicurezza e di difesa, promuovere partenariati globali. Ulteriori iniziative sono in corso di definizione per addivenire a un approccio comune sull'uso equo e sostenibile dello spazio (European Council, 2024).

La Germania fu uno dei primi paesi a decidere di dotarsi di un centro per la pianificazione e la condotta delle operazioni spaziali. Il German Space Operations Center (GSOC) ha sviluppato un'incredibile esperienza nel settore delle operazioni spaziali e conduce attività di preparazione, pianificazione e condotta delle missioni internazionali oltre che di monitoraggio delle comunicazioni e dei veicoli spaziali orbita. In aggiunta, il Ministero della Difesa tedesco si è dotato di uno specifico Comando Spaziale che, istituito il 13 luglio 2021 presso il German Space Situational Awareness Centre di Uedem, integra le capacità dell'Air and Space Operations Center (ASOC). Quest'ultimo, infine, rappresenta la risposta tedesca alla priorità attribuita dalla NATO al dominio spaziale nel meeting di Londra nel 2019 (Machi, 2021).

La difesa gioca un ruolo molto importante anche nell'approccio francese al dominio spaziale. La Stratégie spatiale de defense (SSD) del 2019 intende rispondere alle nuove minacce e salvaguardare gli interessi nazionali attraverso un approccio incentrato sul principio della "difesa spaziale attiva" e il mantenimento di un costante investimento pubblico per il periodico ammodernamento delle capacità satellitari francesi (French Ministry for the Armed Forces, 2019). In tale quadro, il Commandement de l'espace (CDE) è l'ente militare preposto alla sorveglianza dello spazio e alla pianificazione/condotta di tutte le attività spaziali necessarie al supporto delle operazioni svolte dalle Forze Armate (Adam, 2023). Inoltre, la collocazione del NATO Centre of Excellence

(CoE) presso la città di Tolosa sembra confermare la volontà francese di concentrare gli elementi organizzativi che si occupano di funzioni spaziali in un'area geografica definita, al fine di consentire lo sviluppo di un vero e proprio ecosistema spaziale francese e facilitare la cooperazione (Calcagno, 2022).

L'Italia è stato il terzo paese al mondo a progettare, produrre e lanciare un satellite in orbita terrestre dopo Stati Uniti e URSS e, a oggi, è il secondo paese in Europa per il maggior numero di attività in orbita, nonché il terzo più grande contributore all'European Space Agency (ESA) (Spagnolo, 2021). La Difesa nel corso del 2019 e del 2020 ha definito la costituzione dell'Ufficio Generale Spazio (UGS) e del Comando delle Operazioni Spaziali (COS). L'UGS rappresenta l'elemento di staff della Difesa preposto ad assistere il Capo di Stato Maggiore della Difesa nella definizione delle linee di policy e nella trattazione delle tematiche riconducibili al settore spazio. Il secondo, che ha competenze di natura operativa, è il referente unico nei confronti dei Comandi della Difesa, oltre che degli Alleati, e contribuisce all'evoluzione delle capacità spaziali e al loro impiego, garantendone il funzionamento, la protezione e il supporto. Alle dipendenze del COS operano il Centro Interforze di Controllo e Gestione (CICG) del SICRAL e il neo-costituito Centro Nazionale PRS.¹⁰ Il primo è l'unico centro europeo militare capace di effettuare il controllo in orbita dei satelliti unicamente con personale militare ed è responsabile, tra l'altro, della gestione tecnico-operativa del Satellite Italiano Comunicazioni Riservate ed Allarme (La Rocca (b), 2022). Il secondo, invece, ha il compito di rendere fruibile a tutti gli utenti autorizzati il servizio cifrato di navigazione e sincronizzazione denominato Public Regulated Service, reso disponibile dal sistema di navigazione satellitare europeo Galileo. In tale quadro, appare altresì importante menzionare la particolare rilevanza che ha assunto negli ultimi anni il Centro Interforze di Telerilevamento Satellitare (CITS) e il modernissimo Centro Space Situational Awareness (SSA) che hanno con il COS solo un collegamento tecnico. Il CITS contribuisce al ciclo d'intelligence militare ed è preposto all'acquisizione

e disseminazione delle immagini ottenute dai satelliti di Osservazione della Terra in uso alla Difesa. Il SSA garantisce la sicurezza delle attività spaziali attraverso l'identificazione dei rischi e delle minacce nello spazio, dallo spazio e verso lo spazio e l'individuazione delle opportune misure di mitigazione.¹¹

CHE COSA È UN'OPERAZIONE SPAZIALE MILITARE?

Definire cosa siano le operazioni spaziali militari e quali siano le caratteristiche dell'ambiente in cui esse devono essere condotte è un compito arduo. Esiste, infatti, una serie di ambiguità terminologiche ingenerate da carenze normative che non facilitano l'inquadramento di questo argomento. In particolare, non è possibile affermare univocamente quale sia l'altitudine alla quale ha inizio lo spazio extra atmosferico per poter distinguere le attività aeronautiche da quelle spaziali (Hobe et Neumann, 2005; Abashidze et al, 2023). L'atmosfera della Terra, infatti, si assottiglia man mano che aumenta la distanza dal pianeta, lasciando spazio a molte interpretazioni. Ad esempio, le ricerche condotte da Theodore von Kármán hanno portato alla conclusione che a una quota di 100 km sul livello del mare l'atmosfera diventa così rarefatta da non consentire il volo aerodinamico come comunemente viene conosciuto. Jonathan McDowell, invece, ha identificato questo limite all'altezza di 80-90 km poiché i dati di telemetria satellitare da lui consultati evidenziavano che una parte dei satelliti in orbita operavano occasionalmente al di sotto dei 100 km (McDowell, 2018).

Inoltre, il carattere *dual use* con cui gli assetti e il personale sono impiegati in attività nello spazio non consente di operare una demarcazione netta fra ciò che ha una finalità prettamente militare e ciò che, invece, persegue un obiettivo non-militare (Pražák, 2021; Giannopapa et Antoni, 2023). Infine, l'utilizzo del termine "operazione militare" viene associato all'esistenza di una minaccia o di una forma di ostilità riconducibile al concetto di conflitto armato (Verri, 1987). Al riguardo, alcuni ricercatori hanno avanzato delle proposte. Blake (2014) ha offerto una classificazione delle operazioni spaziali militari, distinguendole in operazioni nello spazio,¹² operazioni dallo

spazio;¹³ operazioni verso lo spazio¹⁴ e operazioni attraverso lo spazio.¹⁵ Robinson et al. (2018) hanno definito le operazioni spaziali come "azioni/attività intenzionali, temporanee, per lo più reversibili e spesso dannose, specificamente progettate per sfruttare i collegamenti con altri domini e condotte appena al di sotto della soglia di richiesta di significative risposte di ritorsione militare o politica". Più recentemente, invece, Mačák (2022) ha prospettato la possibilità di mutuare i concetti già in uso nell'ambito della NATO (NATO, 2019) e di presentare un'operazione spaziale militare come una sequenza di attività che, coordinate e con uno scopo definito, sono di carattere militare e hanno un nesso con lo spazio extra atmosferico. Infine, il progressivo affollamento delle orbite terrestri ha richiesto un maggiore monitoraggio dell'ambiente spaziale e un'elevata consapevolezza dei rischi da affrontare. È stato quindi necessario il ricorso a un nuovo approccio alle operazioni spaziali, denominato Space Domain Awareness (SDA). Tale attività include tutte le funzioni volte a collezionare i dati e le informazioni da utilizzare nei processi di pianificazione operativa e di *decision making* delle Autorità politiche e militari (Holzinger et Jah, 2018; Borowitz, 2022).

Gli USA includono le operazioni spaziali militari nel quadro delle attività volte a garantire la sicurezza nazionale. In tale prospettiva, ne enfatizzano la trasversalità, prevedendo che tutti i dipartimenti /agenzie governative e i rappresentanti delle imprese interessati concorrano al processo di pianificazione operativa (US Joint Chiefs of Staff, 2020). La dottrina americana identifica, inoltre, le operazioni spaziali militari come una sequenza di azioni condotte nell'orbita terrestre a un'altitudine maggiore o uguale 100 km (54 miglia nautiche) sul livello del mare¹⁶ con l'obiettivo di accrescere le potenzialità degli USA e dei suoi partner. Tali attività sono svolte dalle forze spaziali che includono tutti i sistemi spaziali (costituiti dal segmento spaziale, da quello terrestre e dal loro collegamento), le attrezzature, le strutture, le organizzazioni e il personale necessari oltre che tutte le risorse disponibili nell'intera società (King et al, 2009).

L'Italia è ancora in attesa di potersi dotare di una misura legislativa che consenta di regolamentare il settore spazio.¹⁷ Il paese vanta, comunque, una filiera completa che consente di contribuire alla ricerca, allo sviluppo e alla realizzazione delle infrastrutture spaziali abilitanti (ANSA (b), 2023). La Difesa concorre all'osservazione della terra e alla fornitura di servizi di comunicazione, di geo-intelligence e di navigazione oltre che al continuo aggiornamento della situational awareness necessari alle Forze Armate impiegate nelle attività istituzionali in ambito nazionale o all'estero. Inoltre, la SDA consente di accrescere la capacità di produrre sicurezza anche durante le attività protezione civile. Un esempio recente riguarda il monitoraggio del rientro nell'atmosfera del satellite ERS2 che si è inabissato nell'Oceano Pacifico il 21 febbraio 2024 (ESA, 2024).

È molto complesso condurre operazioni militari nello spazio poiché richiedono l'esecuzione di un insieme di attività tecnico scientifiche i cui effetti sono visibili a migliaia di chilometri dall'operatore (ad esempio variare il posizionamento di un satellite), risentono di molteplici variabili (ambiente, tempistiche, leggi fisiche ecc.) e hanno bisogno di dati credibili, precisione d'intervento oltre che un continuo monitoraggio per evitare imprevisti. Ad esempio, nel corso di un'intervista al Comandante delle Operazioni Spaziali italiano,¹⁸ è emerso che le difficoltà insite in un'operazione di *reorbiting* di un satellite¹⁹ si possono esprimere in termini di funzionamento dei sistemi di bordo, di disponibilità di network su scala intercontinentale e di un bacino di personale altamente specializzato devoluto alla gestione dell'operazione. In tali circostanze, l'indisponibilità temporanea di un'antenna di controllo remotizzata o una reazione inattesa del sistema di controllo d'assetto di bordo o altro evento imprevedibile possono determinare un insuccesso. Secondo il COS, quindi, è necessario poter disporre di un maggior numero di satelliti, di piccole dimensioni (quindi meno costosi e realizzabili in breve tempo) per poter accrescere la capacità di prontezza operativa ed evitare che quest'ultima sia legata a un esiguo numero di assetti spaziali impiegabili. In tal senso, la disponibilità di piattaforme satellitari modulari e multimissione con flessibilità di *payload* e di

manovra consentirebbe di puntare maggiormente sul concetto di resilienza per gestire più efficacemente gli imprevisti e le nuove minacce nel corso di un'operazione spaziale. Tale linea d'azione permetterebbe, altresì, di sostenere la produzione nazionale e, contestualmente, di ridurre i costi a carico del comparto industriale.

QUALI POSSONO ESSERE LE MINACCE DA AFFRONTARE NEL CORSO DI UN'OPERAZIONE SPAZIALE?

Il quinto dominio si sta progressivamente trasformando in uno scenario congestionato (Yuan et Jiang, 2023) nel quale la convergenza di questioni di natura politico-militare ed economiche possono aumentare le occasioni di confronto fra gli Stati ed essere fonte di potenziale conflittualità (Frasca et Raul, 2022). In tale prospettiva, un numero crescente di assetti spaziali potrebbe essere individuato come un obiettivo militare o essere esposto a minacce volte a comprometterne la funzionalità con l'obiettivo di creare disservizi o incidere sulla stabilità politica di un paese.

Tale situazione ha animato l'interesse del mondo della ricerca e ha contribuito allo sviluppo di un corpo di studi volti ad esaminare i possibili rischi (Li et Bian, 2023).

Pagnotta et Reali, (2020), Byers et Boley (2023-a.) e Manulis et al (2020) ritengono che le minacce nel corso di una operazione spaziale possono avere una natura non intenzionale (una collisione con asteroidi, effetti delle radiazioni solari, ecc.) o intenzionale. Questi ultimi sono il prodotto di un'azione volta a cagionare un danno e possono avere una connotazione fisico-cinetica (si pensi ad esempio alle armi antisatellite-ASAT) o non cinetica (si pensi ad esempio ai laser o alle tecnologie in grado di disabilitare, danneggiare o abbagliare i sensori del satellite), elettronica (si pensi alle azioni di disturbo delle comunicazioni con i segmenti di terra) e cibernetica (si pensi ad esempio alle azioni volte a compromettere la funzionalità dei sistemi informatici in uso presso il segmento di terra e in quello spaziale, ad impedire l'utilizzo dei dati raccolti dal satellite o ad assumerne il controllo).

Le missioni di prossimità (attività di manovra di un veicolo spaziale nei pressi di un altro satellite) o le esercitazioni volte a sperimentare tecniche di rimozione di detriti, per il recupero di altro veicolo spaziale e per la loro manutenzione²⁰ (Li et al, 2022) possono essere fonte di ulteriore preoccupazione (Byers et Boley 2023- a.), essere percepite come un rischio potenziale per la sicurezza degli assetti spaziali e, per questo motivo, generare contenzioso fra le parti coinvolte (Larsen, 2019).

L'Ufficio per gli affari spaziali delle Nazioni Unite (UNOOSA) segnala che oltre 17.300 oggetti si trovano nell'orbita terrestre (UNOOSA, 2023) a cui vanno aggiunti i detriti prodotti dalle precedenti operazioni spaziali (Byers, et Boley, 2023 – b) e quelli causati dai test ASAT (Pasco, 2020) nel corso degli ultimi due decenni. Tale popolazione, che secondo il Comando delle Operazioni spaziali italiano ammonta a 28.473 oggetti,²¹ tenderà progressivamente ad aumentare con la messa in funzione delle mega costellazioni e con l'eventuale prosecuzione dei cosiddetti test distruttivi nello spazio, rendendo sempre più probabile il rischio di una collisione²² (Mejía-Kaiser, 2009; Thiele et Boley, 2023; Olivieri et al, 2024).

La complessità tecnica che caratterizza l'elaborazione di una Recognized Space Picture e lo stato primordiale dei sistemi di comando e controllo delle operazioni spaziali militari sono un fattore di limitazione della capacità predittiva che dovrebbe caratterizzare i processi decisionali operativi nell'ambito del dominio spaziale. In tale quadro, l'incremento del numero di manovre anti collisione rappresenta un'ulteriore minaccia per le operazioni nello spazio poiché richiede un maggior consumo di carburante, limita la vita tecnica dei satelliti e potrebbe determinare un decadimento della qualità dei servizi (Boley et Byers, 2024).

L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLO SPAZIO

Nell'ambito delle innovazioni tecnologiche disponibili, l'intelligenza artificiale (IA) è uno degli strumenti che può offrire maggiori opportunità per ampliare i margini di successo e mitigare i rischi connessi con le operazioni spaziali. L'IA può essere definita come "un pacchetto di innovazioni" che permette lo sviluppo di macchine atte a svolgere compiti che normalmente richiedono l'intelligenza umana (Fetzer, 1990; Oxford, 2005; Miller, 2019) e di sistemi che, attraverso modalità evolute di apprendimento (Lecun et al, 2015; Puget, 2020; Benos et al, 2021; Taye, 2023), sono in grado di immagazzinare ed elaborare grandi quantità di informazioni, di individuare soluzioni originali o creative a specifiche problematiche (Earnshaw et Liggett, 2023), di eseguire in modo indipendente (Watson et Scheidt, 2005) compiti complessi e di assumere decisioni intelligenti (Nemade et al, 2022) senza alcun intervento umano o di altro meccanismo di gestione o controllo (Steels, 1995; Franklin et Graesser, 1996; Dobbe et al, 2021; Elbeltagi, 2022). L'Unione Europea ha recentemente utilizzato il termine sistema di IA per indicare:

"a machine-based system designed to operate with varying levels of autonomy, that may exhibit adaptiveness after deployment and that, for explicit or implicit objectives, infers, from the input it receives, how to generate outputs such as predictions, content, recommendations, or decisions that can influence physical or virtual environments" (European Parliament, 2024).²³

L'applicazione dell'IA nell'ambito delle attività spaziali non è una novità, tant'è che nell'ultimo quadriennio si è costituito un bacino di studi che ne descrive le potenzialità e le possibili modalità di utilizzo. XueAi et al. (2023) hanno esposto l'intendimento della Cina di dotarsi di sistemi di robot intelligenti capaci di condurre riparazioni e interventi tecnico logistici nello spazio. Wang et al. (2021) e Lu et al. (2023) hanno evidenziato che l'IA potrebbe migliorare la sicurezza delle comunicazioni satellitari (incluse quelle riservate) e contrastare le azioni di intercettazione o di disturbo. Wu et al. (2022) e Azar et al. (2023) ritengono che l'applicazione di sistemi basati

sul machine learning e sul deep learning potrebbero rendere più efficienti i meccanismi di rilevamento delle intrusioni nelle reti satellitari e garantirne l'integrità. Xie et al. (2021) sostengono che l'IA può contribuire a rendere più efficace la gestione dei moduli di codifica, decodifica e rilevamento delle megacostellazioni e segnalano che lo sviluppo di un algoritmo di implementazione dell'hardware permetterebbe di superare i limiti di calcolo e di archiviazione del segmento spaziale con un migliore bilanciamento fra gli sforzi necessari per l'addestramento e le prestazioni ottenute. Lagona et al. (2022) sono dell'avviso che l'uso combinato dell'IA con le nuove tecnologie di rilevamento e di calcolo assicureranno una maggiore autonomia, reattività e resilienza ai sistemi spaziali distribuiti nelle orbite vicino alla Terra, riducendo la probabilità che avvengano collisioni. Analogamente, Manulis et al. (2020) e Zhang et al. (2024) sostengono che i progressi nella tecnologia dei sensori elettro-ottici e nel campo degli algoritmi dell'IA renderanno più agevole l'individuazione, la classificazione, la segmentazione e il riconoscimento dei bersagli spaziali oltre che la gestione di eventuali minacce nel corso di una operazione spaziale, ampliando le possibilità di far completare al satellite il ciclo di vita programmato.

Sanchez et al. (2020), infine, si sono soffermati sul tema del processo decisionale, evidenziando che il ricorso all'IA consentirebbe di ridurre il numero dei falsi allarme (attivazione per una potenziale minaccia di collisione che poi non determina la necessità di una manovra di evitamento), permetterebbe di contrarre i compiti assegnati allo staff²⁴ e, conseguentemente, di individuare soluzioni di ottimizzazione per aumentare la reattività decisionale nel corso di un imprevisto o di un evento critico.

DISCUSSIONE

Lo spazio extra atmosferico è diventato un'ambiente fortemente congestionato (Martinez, 2019), contestato e competitivo al quale solo una piccola parte dei paesi del mondo riesce ad avere accesso in modo autonomo. Di fatti, Hussain et Shahzad (2023) segnalano che sono 90 i paesi coinvolti in attività spaziali, ma solo 35 di essi hanno

una propria struttura organizzativa per la ricerca in campo spaziale e solo 13 dispongono di una capacità di lancio indipendente. Il divario esistente fra gli attori internazionali che riescono a esercitare una forma di potere spaziale e i paesi che ancora non hanno acquisito questa capacità è fonte di malcontento e di tensioni politico-economiche che, a lungo andare, possono diffondere insicurezza e indurre i componenti della comunità internazionale a ritenere di dover ricorrere all'uso della forza militare per difendere l'attuale *balance of power* e contrastare i loro oppositori. In uno scenario di conflittualità, è evidente che le risorse spaziali di un paese possono diventare un bersaglio strategico per i *competitors*. Al riguardo, il test con cui la Russia ha colpito un satellite Cosmos (Boley et Byers, 2024) qualche mese prima di procedere all'invasione dell'Ucraina²⁵ contribuisce a rafforzare l'idea che lo spazio si stia trasformando in un teatro di scontro anche di natura militare. Di fatti, proprio lo scoppio del conflitto fra Kiev e Mosca e la riacutizzazione della crisi fra Israele e Hamas hanno dimostrato che la capacità di poter operare con efficienza ed efficacia nello spazio si è rivelato un importante fattore di successo durante le operazioni multi-dominio. Per tale motivo, una migliore governance dello spazio (Marino et Cheney, 2023; de Zwart et al, 2023) coniugata a una condivisa regolamentazione dell'uso della forza nell'orbita terrestre (Yan, 2023) rappresentano delle sfide importanti per assicurare la sostenibilità delle attività nella quinta dimensione (Martin-Lawson et al, 2024). È presumibile, infatti, ritenere che la prevalenza di un ruolo egemone di alcune potenze resti una potenziale forma di criticità.²⁶ Al riguardo, la proposta di un'istituzione internazionale che funga da "cabina di regia" consentirebbe di favorire la politica del dialogo, di abbattere pregiudizi o insicurezze e di individuare soluzioni condivise volte a garantire una coesistenza pacifica nello spazio e la risoluzione tempestiva di eventuali controversie.

Fig. 1 - Contributo e interazione degli strumenti di potere nazionale con il potere spaziale



Hays (2020) riteneva che fosse importante addivenire a un'organica teoria del potere spaziale. Negli ultimi anni questo tema è stato ampiamente dibattuto nell'ambito della comunità scientifica. Al riguardo continuano, tuttavia, a persistere differenti punti di vista e una varietà di parametri per la valutazione della capacità di un paese di operare nell'orbita terrestre. La disamina della letteratura condotta nel presente studio ci induce a confermare l'idea che il potere spaziale si collochi a pieno titolo fra gli strumenti di potere nazionale in quanto apporta benefici economici, scientifici e militari (Fraes 2024). Inoltre, esso ha assunto una connotazione multidimensionale poiché, a nostro avviso, ciascuna componente del potere statale contribuisce alla sua costituzione e instaura con esso interazioni (Figura 1) da cui vengono tratti reciproche utilità e opportunità (Rosanelli, 2011; Ziarnick, 2021; Hadley, 2022; Fraes 2023). Ad esempio, la componente militare del potere spaziale garantisce la sicurezza dei satelliti e ottiene in cambio i servizi che consentono alle Forze Armate di operare con maggiore efficienza ed efficacia sul pianeta. Analogamente, la componente economica e industriale del potere spaziale assicura la disponibilità di investimenti, mezzi, materiali e nuove tecnologie che rendono possibile la continuità delle operazioni spaziali, permettendo al contempo al sistema paese di beneficiare dei vantaggi offerti della cosiddetta *space economy*. La componente diplomatica del potere spaziale si occupa dello sviluppo delle attività di cooperazione attraverso cui si ha accesso alle risorse non disponibili (infrastrutture, materie prime, ecc.) e contestualmente fornisce al paese nuovi mezzi per rafforzare l'influenza esercitata nel sistema delle relazioni internazionali. Infine, la componente informativa del potere spaziale si occupa di garantire un adeguato flusso di informazioni e allo stesso tempo impiega lo spazio per ampliare le capacità nazionali di intelligence. Riteniamo, dunque, che il potere spaziale sia il prodotto della virtuosa interazione dei quattro strumenti del potere statale (Figura 1). Ovviamente, in analogia a quanto avviene in un organismo vivente, la carenza o l'eccesso di uno di questi strumenti di potere incide sulla qualità delle politiche dello spazio e accresce il rischio di un ciclo vizioso di criticità che, a lungo andare, limitano

lo "stato di salute" di un paese.²⁷ Questa costruzione, suggerisce che lo *space power* debba necessariamente essere governato attraverso un approccio interministeriale che consenta di esprimere una visione nazionale, di individuare gli obiettivi da perseguire e di aggregare le risorse necessarie per realizzarli con successo. Un approccio da "Sistema Paese" potrebbe risultare, di fatti, utile a stimolare lo sviluppo di nuove tecnologie e di assetti industriali orientati a produrre più velocemente i sistemi spaziali, ampliando sensibilmente le possibilità di lancio in orbita e conseguentemente le capacità di prontezza operativa e di sostegno/supporto logistico. Una simile organizzazione facilita il mantenimento di un elevato livello di agilità decisionale, la pronta elaborazione di nuove informazioni e un efficace adattamento ai cambiamenti, al fine di poter affrontare con efficacia le sfide imposte dalla fluidità e dalla complessità che caratterizza il moderno ambiente politico-internazionale e operativo.

È, tuttavia, necessario evidenziare che l'attuale affermazione del primato nazionale nelle politiche spaziali è sostenuto dallo sviluppo del settore privato in quanto fonte primaria di innovazione tecnologica. Tale crescita, che a oggi rappresenta un'opportunità, potrebbe tramutarsi in una potenziale minaccia laddove, in assenza di una specifica regolamentazione, sia consentito alle "multinazionali dello spazio" di far leva sulla dipendenza tecnologica e finanziaria per accrescere la propria influenza e proporsi al rango di potenziali *competitors* degli attori statali.

L'IA offre opportunità uniche per migliorare la progettazione e lo sviluppo di satelliti in grado di fornire elevati standard di operatività per l'intero ciclo di vita. Tuttavia, sebbene l'utilizzo dell'IA si stia rapidamente diffondendo nell'ambito del tessuto sociale (Thormundsson, 2021; Laricchia, 2021) in quanto foriera di benefici (Hartwig, 2023), il ricorso ad agenti autonomi in ambito militare è ancora oggetto di un'ampia discussione (Bächle e Bareis, 2022; Kilian et al, 2023). Infatti, il rischio che un uso incontrollato dell'IA possa creare inutili ed ingiuste sofferenze ad altri individui o essere viventi è tuttora prevalente rispetto ai possibili vantaggi

(Sebo et Long, 2023; Ladak, 2023). Inoltre, la carenza di un quadro giuridico-normativo di riferimento e di una adeguata trasparenza non agevolano la comprensione dell'affidabilità dei nuovi algoritmi di programmazione (Kleizen et al., 2023; Habbal et al., 2024), delle modalità attraverso cui avviene la produzione dell'output individuato per la gestione di una situazione operativa (Hauer et al., 2023; Wood, 2023) e dei meccanismi di attribuzione della responsabilità per le decisioni assunte (Mc Farland, 2022; Boutin, 2023). Al riguardo, Thangavel et al. (2024) ritengono che la diffidenza nei confronti dei sistemi spaziali autonomi possa essere superata accrescendone i livelli di sicurezza e protezione. Ciò richiede la condotta di approfondimenti tecnico-scientifici volti ad assicurare l'integrità del sistema e dei dati scambiati, la resilienza contro le possibili minacce avversarie e l'interpretabilità delle decisioni assunte in modo autonomo, ma anche lo sviluppo di linee guida e standard tecnici internazionali da utilizzare per certificare l'affidabilità di queste nuove tecnologie. La realizzazione di nuove norme internazionali non è, comunque, semplice e richiede sforzi importanti per la loro negoziazione, sottoscrizione, approvazione ed entrata in vigore. Per questo motivo, Graham et al. (2024) propongono di ricorrere a un processo di formazione del tipo "bottom up" che permetta di utilizzare le norme nazionali esistenti in materia come una base di partenza su cui poter lavorare per addivenire a una condivisa regolamentazione internazionale sull'uso dell'IA nello spazio. Al riguardo, l'*AI act* recentemente approvato dal Parlamento Europeo, sebbene non sia applicabile al settore militare, potrebbe rappresentare un utile punto di riferimento. Questo originale corpus normativo definisce, infatti, chiare responsabilità per tutte le figure (importatore, distributore, deployer, ecc) che a vario titolo possono essere identificate come un fornitore del sistema di IA, sancisce obblighi di trasparenza e informazione oltre che gli standard tecnici necessari per poter dichiarare la "conformità UE" e immettere un prodotto nel territorio dell'Unione (European Parliament, 2024).

CONCLUSIONE

Il presente articolo ha posto in evidenza che il potere spaziale è entrato a far parte dei tradizionali elementi/strumenti del potere nazionale e ha assunto una connotazione multidimensionale poiché ciascuna componente del potere statale (DIME) contribuisce alla sua costituzione e instaura con esso interazioni da cui vengono tratti reciproci benefici e opportunità (Figura 1). L'immagine che viene proposta è quella di un organismo nel quale le singole componenti conducono uno sforzo armonico che si traduce in una condizione di benessere da cui tutte ricavano un giovamento.

Lo spazio è una dimensione nella quale si sta concentrando un crocevia di interessi strategici. Si pensi, ad esempio, che le comunicazioni satellitari consentono l'accesso a internet, possono potenziare il supporto sanitario attraverso i servizi di telemedicina, contribuiscono a sostenere la continuità dei flussi bancari o finanziari e mitigano i rischi correlati alla sicurezza delle informazioni gestite con la rete di cavi sottomarini. Inoltre, i servizi di navigazione garantiscono la sicurezza dei flussi commerciali, dei rifornimenti logistici e la mobilità pubblica o privata mentre l'osservazione della Terra permette di beneficiare di servizi metereologici efficienti, facilita la prevenzione e la gestione dei disastri naturali e il monitoraggio dei cambiamenti climatici. Infine, nell'attuale competizione per la ricerca di nuove fonti di energia potrebbe risultare molto vantaggioso rilanciare il progetto della *Space-Based Solar Power* per poter aumentare l'autonomia energetica. Questa iniziativa consentirebbe, infatti, di produrre elettricità attraverso celle fotovoltaiche in orbita geostazionaria in grado di trasmettere in modalità wireless l'energia prodotta a stazioni riceventi sulla Terra per la successiva immissione nella rete di distribuzione nazionale (Rodgers et al., 2024).

La gestione del potere spaziale richiede, quindi, uno sforzo sistemico in cui ciascuna componente del "Sistema Paese" contribuisce a elaborare una strategia unica volta a realizzare, in un quadro giuridico ben definito, un'architettura resiliente ed efficiente

per sfruttare i vantaggi forniti dalla disponibilità di un ecosistema di aziende non statali, dalle costellazioni di satelliti multifunzione, dai diversi regimi orbitali e dalle nuove tecnologie.

È evidente, pertanto, che l'umanità sarà sempre più dipendente dalle risorse dello spazio. Per questo motivo, la presenza di un numero crescente di minacce nello spazio ha spinto molti governi nazionali a dotarsi di un'organizzazione con il compito di monitorare, salvaguardare e, all'occorrenza, di difendere i propri interessi anche attraverso il ricorso a uno strumento militare in grado di impiegare assetti spaziali di protezione/dissuasione con l'obiettivo di contrastare/scoraggiare eventuali azioni ostili da parte di attori non allineati.

La condotta di operazioni militari nello spazio non è scevra da rischi che richiedono la disponibilità di risorse tecnico-professionali e strumentazioni innovative. L'IA può contribuire ad accrescere le capacità di analisi di grandi quantità di dati e di intervento nello spazio oltre che la sicurezza dei segmenti di terra e di quelli spaziali. Tuttavia, il ricorso a queste nuove tecnologie nell'ambito del processo decisionale dei Comandanti e il livello di autonomia attribuito alla macchina sono ancora fonte di preoccupazione. Per questo motivo, sono necessari ulteriori approfondimenti volti a consentire che l'interazione uomo – macchina avvenga nel modo più efficace e affidabile possibile.

Una linea d'azione che includa la disponibilità di un quadro dottrinale e legislativo attagliato alle nuove esigenze consentirebbe di regolamentare il ruolo e il campo di azione degli attori non statali, accrescere i margini di certezza con cui è possibile operare e utilizzare le risorse disponibili dello spazio extra-atmosferico oltre che di ridurre l'incertezza che, allo stato attuale, caratterizza l'utilizzo dell'IA in ambito militare.

Infine, l'idea di implementare la formazione dei cosiddetti *policy makers* potrebbe accrescere la consapevolezza delle potenzialità offerte dallo spazio e ottimizzare la gestione dello *space power* integrandolo appieno con gli altri strumenti del potere nazionale attraverso un approccio di "Sistema Paese".

NOTES

1. Attività che hanno una finalità sia civile che militare per le quali è difficile operare una categorizzazione.
2. Il cui centro di controllo spaziale sarà dislocato in Abruzzo.
3. La somma di tutte le risorse nella disponibilità di un paese per il perseguimento dei propri obiettivi nazionali. "Instruments of national power" in US NATO Military Terminology Group (2010). JP 1 (02) "Dictionary of Military and Associated Terms", 2001. Pentagon, Washington: Joint Chiefs of Staff, US Department of Defense. p. 229. Dall'originale pdf del 10 marzo.
4. Si pensi ad esempio alla ricerca, alle risorse finanziarie, informative e tecnologiche, agli investimenti, ai servizi, alle infrastrutture, all'apparato normativo e alle competenze e professionalità tecnico specialistiche.
5. Periodo compreso fra il lancio dello Sputnik1 e la conquista della Luna, avvenuti rispettivamente nel 1958 e nel 1969.
6. Ci si riferisce al periodo 1970-90.
7. Si pensi ad esempio alle comunicazioni satellitari e all'osservazione terrestre.
8. Si pensi ad esempio dall'iniziativa lanciata dalla People's Republic of China (PRC) della "Space Silk Road", noto anche come "Belt and Road Initiative (BRI) Space Information Corridor", lanciato nel 2016.
9. Rendendo indispensabili i servizi satellitari forniti per le attività economico-finanziarie, la sicurezza e il funzionamento della pubblica amministrazione.
10. Enti di livello tattico che consentono di completare le risorse strategiche ed operative già disponibili nell'ambito della Difesa.
11. Le Informazioni sul CICG del SICRAL, il CITS, il SSA e il Centro Nazionale PRS sono state tratte dal sito del Ministero della Difesa <https://www.difesa.it/smd/covi/cos/reparti/25437.html> e <https://www.difesa.it/smd/comunicati/siglato-accordo-tra-dis-difesa-asi-per-realizzare-il-centro-nazionale-prs/27254.html> (consultati il 26 marzo 2024).
12. Operazioni che coinvolgono due o più assetti operanti nello spazio (es. collisione di due satelliti).
13. Operazioni che prevedono l'utilizzo di un arma installa su di una piattaforma nello spazio (es. lancio di un missile).
14. Operazioni che prevedono l'utilizzo di un missile antisatellite da una piattaforma sulla Terra.

15. Operazioni che prevedono l'utilizzo di un missile che percorre una parte della sua traiettoria nello spazio per colpire un obiettivo terrestre.
16. Altitudine in cui gli effetti atmosferici sugli oggetti in volo diventano trascurabili.
17. Novità al riguardo potrebbero intervenire nel corso del 2024.
18. Intervista condotta con risposta scritta pervenuta il 5 dicembre 2023. Documenti agli atti dell'Autore.
19. Attività volta a rimuovere un satellite dall'orbita geostazionaria utilizzata per fornire servizi operativi, posizionandolo in un'orbita cosiddetta "orbita cimitero" in modo da evitare possibili interferenze con altri satelliti attivi.
20. In questo campo alcune aziende italiane sono all'avanguardia. Recentemente la Kurs Orbital ha ottenuto un importante finanziamento per la costruzione di un modulo denominato ARCap che potrà essere applicato sui veicoli spaziali e agevolare l'aggancio di un satellite e le manovre di *rendezvous* o di prossimità (Erwin, 2024).
21. Punto di situazione elaborato dalla Sala Operativa Spazio del Comando delle Operazioni Spaziali in data 7 marzo 2024.
22. Secondo Thiele et Boley, 2023 la probabilità che uno o più satelliti vengano colpiti da frammenti ASAT di dimensioni pari o superiori a 1 cm è superiore al 25% per un singolo test. La probabilità di un impatto si accresce ulteriormente qualora vengano presi in esame anche detriti con dimensioni fino a 3 mm.
23. Questa definizione è tratta dall'AI act approvato dal Parlamento Europeo il 13 marzo 2024.
24. Prospettiva condivisa anche dal Comandante delle Operazioni Spaziali italiano il quale ritiene che l'IA, qualora si rivelasse affidabile, potrebbe essere impiegata nel processamento di grosse quantità di dati (ad es. telerilevamento, diagnostica, Space Situational Awareness) e in tutte le fasi non critiche in cui il controllo umano permette il raggiungimento di una maggiore affidabilità decisionale.
25. Il test missilistico russo è avvenuto il 15 novembre 2021 mentre l'invasione dell'Ucraina ha avuto inizio il 24 febbraio 2022.
26. Si pensi ad esempio al progetto Russo-Cinese di installare un reattore nucleare sulla Luna nel 2033-2035 (TASS, 2014).
27. Ad esempio, una carenza della componente militare non preclude la possibilità di accesso allo spazio, ma accresce la vulnerabilità dei sistemi spaziali nazionali alle minacce avversarie e la dipendenza dai partner internazionali con conseguenti limitazioni sulla sicurezza nazionale. Una eccessiva dominanza della componente militare può essere percepita, invece, come un pericolo, avere un impatto negativo sulle relazioni internazionali e determinare una escalation di violenza.

RIFERIMENTI

ABASHIDZE, A., I. CHERNYKH, e M. MEDNIKOVA (2022), "Satellite constellations: International legal and technical aspects", *Acta Astronautica*, vol. 196, pp. 176-185, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.04.019>.

ABASHIDZE, A., A. SOLNTSEV, e S. MIRZAEI (2023), "The United Arab Emirates approach towards international space law: Divergence or convergence?", *Acta Astronautica*, vol. 213, pp. 81-89, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2023.09.002>.

ADAM, P. (2023), *Space Defence: Challenges for the French Space Command*, traduzione di Michael Storey, Revue Défense Nationale, Issue 11, Comité d'études de Défense Nationale, pp. 83 – 88. Disponibile on-line: DOI 10.3917/rdna.hs11.0089.

AGANABA-JEANTY, T. (2016), "Introducing the Cosmopolitan Approaches to International Law (CAIL) Lens to Analyze Governance Issues as they Affect Emerging and Aspirant Space Actors", *Space Policy*, vol. 37, pp. 3–11.

AHMED, R.Q., M. SHOAIB, e R. ASHRAF (2023), India's Space Pursuit and the Changing Matrix of South Asian Security, *Space Policy*, vol. 65, n. 101564, p.16, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2023.101564>.

ALIBERTI, M., O. CAPPELLI, e R. PRAINO (2023), "Introduction. In: Power, State and Space. Studies", *Space Policy*, vol. 35. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-031-32871-8_1.

ANSA (2021), *Marte, in orbita la sonda cinese Tianwen-1*. Disponibile online [https://www.ansa.it/canale_scienza_tecnica/notizie/spazio_astronomia/2021/02/10/marte-](https://www.ansa.it/canale_scienza_tecnica/notizie/spazio_astronomia/2021/02/10/marte-in-orbita-la-sonda-cinese-tianwen-1_b0bgbf6c-ocef-4453-ad3e-9add445c174d.html)

[in-orbita-la-sonda-cinese-tianwen-1_b0bgbf6c-ocef-4453-ad3e-9add445c174d.html](https://www.ansa.it/canale_scienza_tecnica/notizie/spazio_astronomia/2021/02/10/marte-in-orbita-la-sonda-cinese-tianwen-1_b0bgbf6c-ocef-4453-ad3e-9add445c174d.html) (consultato il 15 febbraio 2024).

ANSA (a) (2023), *L'India è la quarta potenza sulla Luna, la prima al polo Sud*. Disponibile online https://www.ansa.it/canale_scienza/notizie/spazio_astronomia/2023/08/23/luna-la-missione-indiana-chandrayaan-3-ha-toccato-il-suolo-la-diretta_a748ae7f-ed89-4ada-8291-2dac4e813bef.html (consultato il 15 febbraio 2024).

ANSA (b) (2023), *In Italia la legge sullo spazio attesa nel 2024*. Disponibile online https://www.ansa.it/canale_scienza/notizie/spazio_astronomia/2023/12/06/in-italia-la-legge-sullo-spazio-attesa-nel-2024_07c864e5-f305-407d-a10e-08c06e6f00cd.html (consultato l'8 marzo 2024).

ANSA (a) (2024), *Il Giappone sulla Luna, la missione Slim ha toccato il suolo*. Disponibile online https://www.ansa.it/canale_scienza/notizie/spazio_astronomia/2024/01/19/il-giappone-sulla-luna-la-missione-slim-ha-toccato-il-suolo_3ed229a9-6cbb-43a4-98de-e3977ddb9792.html (consultato il 15 febbraio 2024).

ANSA (b) (2024), *Nyt, Mosca lavora a arma nucleare spaziale anti satellite*. Disponibile online https://www.ansa.it/sito/notizie/topnews/2024/02/15/nyt-mosca-lavora-a-arma-nucleare-spaziale-anti-satellite_f0a4d6a0-a191-40da-aad8-9a71b9ec6604.html (consultato il 15 febbraio 2024).

ANSA (c) (2024), *Cremlino, "voci armi nello spazio stratagemma Casa Bianca"*. Disponibile online https://www.ansa.it/sito/notizie/mondo/nordamerica/2024/02/15/nyt-mosca-lavora-a-arma-nucleare-spaziale-anti-satellite_09520bb2-582e-4d32-830a-3c3d75c25a33.html (consultato il 15 febbraio 2024).

- ANSON P. and D. CUMMINGS (1991), "The first space war: The contribution of satellites to the gulf war", *The RUSI Journal*, vol. 136, n. 4, 20 marzo 2008, pp. 45-53. <https://doi.org/10.1080/03071849108445553>.
- AUSTRALIAN DEFENCE SPACE COMMAND (2022), *The "Lightspeed" Space Power eManual*, Air and Space Power Centre, 22 Mar 2022.
- AZAR, A.T. et al. (2023), *Deep Learning Based Hybrid Intrusion Detection Systems to Protect Satellite Networks*. *J Netw Syst Manage*, vol. 31, p.82. <https://doi.org/10.1007/s10922-023-09767-8>.
- BÄCHLE, T.C. e J. BAREIS (2022), "Autonomous weapons" as a geopolitical signifier in a national power play: analysing AI imaginaries in Chinese and US military policies, *Eur J Futures Res*, vol. 10, p.20. <https://doi.org/10.1186/s40309-022-00202-w>.
- BENOS L., A.C. TAGARAKIS, G. DOLIAS, R. BERRUTO, D. KATERIS, e D. BOCHTIS (2021), "Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review", *Sensors*, vol. 21, n. 11, p. 3758. <https://doi.org/10.3390/s21113758>.
- BIGNAMI, G.F. e A. SOMMARIVA (2017), *L'economia dello Spazio. Le sfide per l'Europa*, Castelvecchi Roma.
- BLAKE, D. (2014), "Military Strategic Use of Outer Space", in H. Nasu and R. McLaughlin (a cura di), *New Technologies and the Law of Armed Conflict*, T.M.C. Asser Press, The Hague, https://doi.org/10.1007/978-90-6704-933-7_7.
- BODNER, M. (2015), "Russian Military Merges Air Force and Space Command", *The Moscow Times*, 3 August 2015, <https://www.themoscowtimes.com/2015/08/03/a48710> (visualizzato il 20 marzo 2024).
- BOLEY, A. e M. BYERS (2024), "Anti-satellite weapon tests to disrupt large satellite constellations", *Nat Astron*, vol. 8, pp.10-12, <https://doi.org/10.1038/s41550-023-02173-9>.
- BOROWITZ, M. (2022), "Examining the Growth of the Global Space Situational Awareness Sector: A Network Analysis Approach", *Space Policy*, vol. 59, n. 101444, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2021.101444>.
- BOUTIN, B. (2023), "State responsibility in relation to military applications of artificial intelligence", *Leiden Journal of International Law*, vol. 36, n. 1, pp.133-150, doi:10.1017/S0922156522000607.
- BOUSEDRA, K. (2023), "Downstream Space Activities in the New Space Era: Paradigm Shift and Evaluation Challenges", *Space Policy*, n. 101553, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2023.101553>.
- BOWEN, B.E. (2020), *War in Space: Strategy, Spacepower, Geopolitics*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- BRAMWELL, A.R.S. (1970), "From a Scientific Heritage by FA Tsander", *Technology and Culture*, vol. 11, n. 2, pp.318-19.
- BYERS, M. e A. BOLEY (2023-a), *Anti-satellite Weapons and International Law*. In *Who Owns Outer Space?: International Law, Astrophysics, and the Sustainable Development of Space*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 300-58.
- BYERS, M. e A. BOLEY (2023-b), *Abandoned Rocket Bodies*. In *Who Owns Outer Space?: International Law, Astrophysics, and the Sustainable Development of Space*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 114-29, <https://doi.org/10.1017/9781108597135.005>.
- BURZYKOWSKA, A. (2009), Smaller states and the new balance of power in space, *Space Policy*, vol. 25, n. 3, pp.187-92, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2009.05.006>.
- CALCAGNO, E. (2022), "NATO and its members: A space Alliance?", in A. Marrone e M. Nones (a cura di), *The Expanding Nexus between Space and Defence*, Istituto Affari Internazionali (IAI), p. 27, <https://www.iai.it/sites/default/files/iai2201.pdf> (visualizzato il 20 marzo 2024).
- COMPARINI, M.C. (2021), "Il ruolo dell'Italia nell'economia delle infrastrutture spaziali", *ENEA Magazine*, 03/2021, DOI: 10.12910/EAI2021-075.
- DE ZWART, M., S. HENDERSON, e M. NEUMANN (2023), "Space resource activities and the evolution of international space law", *Acta Astronautica*, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2023.06.009>.
- DOBBE, R., T.K. GILBERT, e Y. MINTZ (2021), "Hard choices in artificial intelligence", *Artificial Intelligence*, vol. 300, n. 103555, <https://doi.org/10.1016/j.artint.2021.103555>.
- DOLMAN, E.C. (2001), *Astropolitik: classical geopolitics in the space age*, Routledge.
- DROZHASHCHIKH E. (2018), "China's National Space Program and the 'China Dream'", *Astropolitics*, vol. 16, no. 3, pp. 175-186, DOI: 10.1080/14777622.2018.1535207.

EARNSHAW.R. e S. LIGGETT (2023), "Artificial Intelligence and Creativity. In: Creativity in Art, Design and Technology", *Springer Series on Cultural Computing*, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24869-6_7.

ELBELTAGI, A., N.L. KUSHWAHA, A. SRIVASTAVA, e A.T. ZOOF (2022), "Artificial intelligent-based water and soil management", in *Deep learning for sustainable agriculture*, Academic Press, pp. 129-142, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85214-2.00008-2>.

ERWIN S. (2024), *Italian space startup Kurs Orbital raises \$4 million in seed funding*, <https://spacenews.com/italian-space-startup-kurs-orbital-raises-4-million-in-seed-funding/> (consultato il 9 marzo 2024).

ESA (2024), *ERS-2 reenters Earth's atmosphere over Pacific Ocean*, https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/ERS-2_reenters_Earth_s_atmosphere_over_Pacific_Ocean (consultato il 22 febbraio 2024).

EUROPEAN COUNCIL (2024), *EU space policy*, <https://consilium.europa.eu/en/policies/eu-space-programme/> (consultato il 24 marzo 2024).

EUROPEAN PARLIAMENT (2024), *Artificial Intelligence Act*, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0138_EN.pdf (consultato il 15 marzo 2024).

FETZER, J.H. (1990), What is Artificial Intelligence?, in *Artificial Intelligence: Its Scope and Limits. Studies in Cognitive Systems*, vol. 4. Springer, Dordrecht, https://doi.org/10.1007/978-94-009-1900-6_1.

FOX, J.G. (2001), "Some principles of space strategy (or 'Corbett in orbit')", *Space Policy*, vol. 17, n. 1, pp.7-11, [https://doi.org/10.1016/S0265-9646\(00\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S0265-9646(00)00049-7).

FRAeS G.E. (2023), *Space power and national strategy. Council on Geostrategy*, <https://www.geostrategy.org.uk/britain-world/space-power-and-national-strategy/> (consultato il 26 marzo 2024).

FRAeS G.E. (2024), *The role of space power in geopolitical competition*, Council on Geostrategy. Geopolitics Programme n. GPPR01, <https://www.geostrategy.org.uk/research/the-role-of-space-power-in-geopolitical-competition/> (consultato il 26 marzo 2024).

FRANCE, M.E. (2000), *Mahan's Elements of Sea Power Applied to the Development of Space Power*, Washington DC, National Defense University National War College.

FRANKLIN, S. e A. GRAESSER (1996), "Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents", in *Proceedings of the International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages*, Budapest, Hungary, 12-13 August, pp. 21-35.

FREDRIKSSON, B.E. (2006), *Space Power Theory. In Globalness: Toward a Space Power Theory*, Air University Press, pp. 41-60, <http://www.jstor.org/stable/resrep13858.10>.

FRENCH MINISTRY FOR THE ARMED FORCES, *Space Defence Strategy 2019*, https://www.defense.gouv.fr/content/download/574375/9839912/Space+Defence+Strategy+2019_France.pdf.

GERBAUDO, P. (2022), *Controllare e proteggere. Il ritorno dello Stato*, Milano, Nottetempo.

GIANNOPAPA, C. e N. ANTONI (2023), "Space traffic management and its dual use: Space security strategies and cooperation in Europe", *Acta Astronautica*, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2023.01.038>.

GRAHAM, T., K. THANGAVEL, e A.S. MARTIN (2024), "Navigating AI-lien Terrain: Legal liability for artificial intelligence in outer space", *Acta Astronautica*, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.01.039>.

HABBAL, A., M.K. ALI, e M.A. ABUZARAIDA (2024), "Artificial Intelligence Trust, risk and security management (AI trism): Frameworks, applications, challenges and future research directions", *Expert Systems with Applications*, vol. 240, n. 122442, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122442>.

HADLEY, G. (2022), "Space 'Underpins all instruments of national power' Raymond says", *Air&Space Forces magazine*, <https://www.airandspaceforces.com/space-underpins-all-instruments-of-national-power-raymond-tells-graduates/> (consultato il 26 marzo 2024).

HAN, Y., Z. CHEN, Y. HU et al. (2023), "A PIE analysis of China's commercial space development", *Humanit Soc Sci Commun*, vol. 10, n. 744, <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02274-w>.

HARTWIG, B. (2023), *Top 11 Benefits of Artificial Intelligence in 2023*, <https://hackr.io/blog/benefits-of-artificial-intelligence> (consultato il 21 dicembre 2023).

HAUER, M.P., T.D. KRAFFT, e K. ZWEIG (2023), "Overview of transparency and inspectability mechanisms to achieve accountability of artificial intelligence systems", *Data & Policy*, vol. 5, e36, doi:10.1017/dap.2023.30.

HAYS, P.L. (2020), "Spacepower Theory and Organizational Structures", K.U. Schrogl (a cura di), *Handbook of Space Security*, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-23210-8_52.

HINES, R.L. (2022), "Heavenly Mandate: Public Opinion and China's Space Activities", *Space Policy*, vol. 60, n. 101460, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2021.101460>.

HOBE, S. e J. NEUMANN (2005), "Global and European challenges for space law at the edge of the 21st century", *Space Policy*, vol. 21, n. 4, pp.13-15, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2005.08.005>.

HOLZINGER, M.J. e M.K. JAH (a cura di) (2018), "Challenges and potential in space domain awareness", *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, vol. 41, n. 1, pp.15-18, <https://doi.org/10.2514/1.G003483>.

HUSSAIN, S. e K. SHAHZAD (2023), "India's quest for 'global space and influence' through the 'outer space' domain", *Journal of Space Safety Engineering*.

KATE, H., J. JAMES, e C. TIDMARSH (2019), "Using Wicked problems to foster interdisciplinary practice among UK trainee teachers", *Journal of Education for Teaching*, vol. 45, n. 4, pp.446-60.

KILIAN, K.A., C.J. VENTURA, e M.M. BAILEY (2023), "Examining the differential risk from high-level artificial intelligence and the question of control", *Futures*, vol. 151, n. 103182, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103182>.

KING, C.J., D.W. YOUNG, E.P. BYRNE, e P.P. KONYHA (2009), *Air Command and Staff College, & Space Research Electives Seminars. Space Doctrine. In AU-18 Space Prime*, Air University Press, pp. 61-78, <http://www.jstor.org/stable/resrep13939.11>.

KLEIZEN, B., W. VAN DOOREN, K. VERHOEST, e E. TAN (2023), "Do citizens trust trustworthy artificial intelligence? Experimental evidence on the limits of ethical AI measures in government", *Government Information Quarterly*, n. 101834, <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101834>.

KRASKA, J. e P. RAUL, "Naval Operations in Outer Space". *Disruptive Technology and the Law of Naval Warfare*, New York, 2022, online edn, Oxford Academic, 19 May 2022, <https://doi.org/10.1093/oso/9780197630181.003.0009> (consultato il 4 febbraio 2024).

LADAK, A. (2023), "What would qualify an artificial intelligence for moral standing?", *AI Ethics*, <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00260-1>.

LAGONA, E., S. HILTON, A. AFFUL, A. GARDI, e R. SABATINI (2022), "Autonomous trajectory optimisation for intelligent satellite systems and space traffic management", *Acta Astronautica*, vol. 194, pp.185-201, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.01.027>.

LANGSTON, S. e K. TAYLOR (2024), "Evaluating the benefits of dark and quiet skies in an age of satellite mega-constellations", *Space Policy*, n. 101611, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2024.101611>.

LARICCHIA, F. (2021), "Global smart speaker market share 2016-2021: by vendor", *Statista*, Hamburg.

LA ROCCA G. (a) (2022), "Russia and China: West's systemic rivals on orbits", in A. Marrone e M. Nones, *The Expanding Nexus between Space and Defence*. Istituto Affari Internazionali (IAI), febbraio, pp.25-27, <https://www.iai.it/sites/default/files/iai2201.pdf>.

LA ROCCA G. (b) (2022), "Spazio: nuove strategie per la difesa italiana in Europa", *Affari Internazionali*, 17 febbraio, <https://www.affarinternazionali.it/spazio-difesa-italia-europa/>.

LARSEN, P.B. (2019), Commercial Operator Liability in the New Space Era, *AJIL Unbound*, vol. 113, pp.109-113, doi:10.1017/aju.2019.18.

LECUN Y., Y. BENGIO, e G. HINTON (2015), "Deep learning", *Nature*, vol. 521, pp.436-44, doi: 10.1038/nature14539.

LELE, A. (2021), "L'India investe nello spazio per difendersi da Pakistan e Cina", *Limes*, vol. 12, 30 dicembre, <https://www.limesonline.com/rivista/L-india-investe-nello-spazio-per-difendersi-da-pakistan-e-cina-14639220/>.

LELE, A. (2023), "Indian Space Force: A Strategic Inevitability", *Space Policy*, vol. 65, n. 101526, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2022.101526>.

- LI, F., H. YU, R. DING, N. WANG, Z. WANG, e Z. ZHOU (2021), "Development Strategy of Space Internet Constellation System in China", *Strategic Study of Chinese Academy of Engineering*, vol. 23, n. 4, p. 137144, <https://doi.org/10.15302/J-SSCAE-2021.04.016>.
- LI, C., J. YANG, e S. CHANG, (2022), "Review on key technologies of space intelligent grasping robot", *J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng.*, vol. 44, n. 64, <https://doi.org/10.1007/s40430-022-03371-8>
- LI, X. e Y. BIAN (2023), "The Legality and Compliance of Low-Orbit Mega-constellations as Military Targets", *Adv. Astronaut. Sci. Technol.*, vol. 6, pp.19-22, <https://doi.org/10.1007/s42423-023-00138-8>.
- LI, X., W. YAO, e H. WANG (2023), "Martian subsurface water ice prediction at the Tianwen-1 mission landing site", *Icarus*, vol. 389, n. 115268, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115268>.
- LI, X. (2023), "Comparing the power resources critical to international rulemaking in outer space: China and the United States", *Advances in Space Research*, vol. 72, n. 6, pp.2297-2312, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.05.038>.
- LU, K. et al. (2023), "Applications and prospects of artificial intelligence in covert satellite communication: a review", *Sci. China Inf. Sci.*, vol. 66, n. 121301, <https://doi.org/10.1007/s11432-022-3566-4>.
- MA, X. et al. (2023), "Tianwen-1 and MAVEN observations of Martian oxygen ion plumes", *Icarus*, vol. 406, n. 115758, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2023.115758>.
- MAČÁK, K. (2022), "Military Space Operations". in S. Sayapin, R. Atadjanov, U. Kadam, G. Kemp, N. Zambrana-Tévar, e N. Quéniwet (a cura di), *International Conflict and Security Law*, T.M.C. Asser Press, The Hague, https://doi.org/10.1007/978-94-6265-515-7_19.
- MACHI, V. (2021), *Germany establishes new military space command*, <https://www.defensenews.com/space/2021/07/13/germany-establishes-new-military-space-command/> (consultato il 20 marzo 2024).
- MANI, S., V.K. DADHWAL, e C.S. SHAIJUMON (2023), "India's Space Economy, 2011-12 to 2020-21: Its Size and Structure", *Space Policy*, vol. 64, n. 101524, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2022.101524>
- MANULIS, M. et al. (2021), "Cyber security in New Space", *Int. J. Inf. Secur.*, vol. 20, pp.287-311, <https://doi.org/10.1007/s10207-020-00503-w>.
- MARTINEZ, L.F. (2019), "Legal regime sustainability in outer space: theory and practice", *Global Sustainability*, vol. 2, e26, doi:10.1017/sus.2019.21.
- MARINO, A. e T. CHENEY (2023), "Centring Environmentalism in Space Governance: Interrogating Dominance and Authority Through a Critical Legal Geography of Outer Space", *Space Policy*, vol. 63, n. 101521, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2022.101521>.
- MARTIN-LAWSON, D., S. PALADINI, K. SAHA, e E. YERUSHALMI (2024), "The cost of (Un) regulation: Shrinking Earth's orbits and the need for sustainable space governance", *Journal of Environmental Management*, vol. 349, n. 119382, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119382>.
- MARRONE A. e M. NONES (2022), *The Expanding Nexus between Space and Defence*, Istituto Affari Internazionali (IAI), pp.3, 6, <https://www.iai.it/sites/default/files/iai2201.pdf> (consultato il 2 marzo 2024).
- MASSEY, R. (2020), "More on megaconstellations", *Astronomy & Geophysics*, vol. 61, Issue 4, August, p.4.13, <https://doi.org/10.1093/astrogeo/ataa051>.
- MC COY K. (2018), *In the beginning, there was competition: The old idea behind the new American way of war*. Modern War Institute, <https://mwi.westpoint.edu/beginning-competition-old-idea-behind-new-american-way-war/> (consultato il 18 novembre 2023).
- MCDOWELL, J.C. (2018), "The edge of space: Revisiting the Karman Line", *Acta Astronautica*, vol. 151, pp.668-677, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.07.003>.
- MEJÍA-KAISER, M. (2009), *Collision Course: The 2009 Iridium-Cosmos Crash*, Proceedings of the 52th IISL Colloquium on the Law of Outer Space, Daejeon, <https://ssrn.com/abstract=3350010>.
- MIGAUD, M.R., R.A. GREER, e J.B. BULLOCK (2021), "Developing an adaptive space governance framework", *Space Policy*, vol. 55, n. 101400, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2020.101400>.
- MILLER, T. (2019), "Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences", *Artificial Intelligence*, vol.

267, pp.1-38, ISSN 0004-3702, <https://doi.org/10.1016/j.artint.2018.07.007>.

MOLTZ, J.C. (2015), *'Military Space: Expanded Uses and New Risks'*, *Crowded Orbits: Conflict and Cooperation in Space*, New York, NY, 2014, online edn, Columbia Scholarship Online, 19 Novembre, <https://doi.org/10.7312/columbia/9780231159128.003.0005>.

MORIN, J.F. e E. TEPPER (2023), "The Empire Strikes Back: Comparing US and China's Structural Power in Outer Space", *Global Studies Quarterly*, vol. 3, Issue 4, October, <https://doi.org/10.1093/isagsq/ksad067>.

NARENDRANATH, S. et al. (2024), "Lunar elemental abundances as derived from Chandrayaan-2", *Icarus*, vol. 410, n. 115898, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2023.115898>.

NATO (2019), Standard AJP-3, *Allied Joint Doctrine for the Conduct of Operations*, February.

NEMADE, A., S. TELANG, V. JUMBAD, A. CHEL, G. KAUSHIK, e C.M. HUSSAIN (2022), *Artificial Intelligence: A tool to resolve thermal behavior issues in disc braking systems*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88468-6.00005-X>

NIE, M. (2022), "The Growth of China's Non-governmental Space Sector in the Context of Government Support for Public-Private Partnerships: An Assessment of Major Legal Challenges", *Space Policy*, vol. 59, n. 101461, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2021.101461>.

OBERG, J.E., B.R. SULLIVAN, e H.M. ESTES (1999), *Space power theory*, US Air Force Academy.

OLIVIERI, L., K. MAKIHARA, e L. BARILARO (2024), "Editorial for Special Issue: Recent Advances in Space Debris", *Applied Sciences*, vol. 14, n. 3, p. 954, <https://doi.org/10.3390/app14030954>.

ONIOSUN, T. e J. KLINGER (2022), "A Review of Country Classification Frameworks in the Space Sector: Priorities, Limitations, and Global Considerations", *Space Policy*, vol. 61, n. 101491, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2022.101491>.

ONIOSUN, T.I. (2023), *A Holistic Framework for Classifying Countries in the Space Sector*, <https://ssrn.com/abstract=4602331> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4602331>.

OSTOVAR, M. (1998), *The Decision to go to the Moon: President John F. Kennedy's May 25, 1961 Speech before a Joint Session of Congress*, 22 settembre 1998, <https://www.nasa.gov/history/the-decision-to-go-to-the-moon/> (consultato il 4 febbraio 2024).

OXFORD (2005), "Artificial Intelligence" in *The Oxford Dictionary of Phrase and Fable*, Oxford: Oxford University Press, <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803095426960>.

PACE, S. (2023), "US Space Policy and Theories of International Relations: The Case for Analytical Eclecticism", *Space Policy*, n. 101538, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2022.101538>.

PAGNOTTA, F. e M. REALI (2020), "Italy in Space: Strategic Overview and Security Aspects", in K.U. Schrogl (a cura di) *Handbook of Space Security*, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-23210-8_111.

PASCO, X. (2020), "Various Threats of Space Systems", in K.U. Schrogl (a cura di), *Handbook of Space Security*, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-23210-8_9.

PAVUR J. e I. MARTINOVIC (2022), "Building a launchpad for satellite cyber-security research: lessons from 60 years of spaceflight", *Journal of Cybersecurity*, vol. 8, Issue 1, <https://doi.org/10.1093/cybsec/tyac008>.

PEKKANEN, S.M. (2023), "Unbundling Threats: Balancing and Alliances in the Space Domain", in S.M. Pekkanen e P.J. Blount (a cura di), *The Oxford Handbook of Space Security*, Oxford, Oxford University Press.

PEKKANEN, S.M., S. AOKI, e Y. TAKATORI (2023), "Japan in the New Lunar Space Race", *Space Policy*, n. 101577, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2023.101577>.

PETER, N. (2006), "The changing geopolitics of space activities", *Space Policy*, vol. 22, Issue 2, pp.100-109.

PETER, N. (2010), "Space power and its implications - The case of Europe", *Acta Astronautica*, vol. 66, n. 3-4, pp.348-354.

PRAŽÁK, J. (2021), "Dual-use conundrum: Towards the weaponization of outer space?", *Acta Astronautica*, vol. 187, pp.397-405, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.12.051>.

PUGET, J.F. (2020), *What is Machine Learning?*, <https://www.ibm.com/cloud/learn/machine-learning>.

QISONG, H. (2024), "The order of law-based vs. rules-based: The competition in space order between China and the United States", *Advances in Space Research*, vol. 73, n. 1, pp.1006-1018, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.10.020>.

REMENTERIA, S. (2022), "Power dynamics in the age of space commercialisation", *Space Policy*, vol. 60, n. 101472, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2021.101472>.

REMENTERIA, S. (2023), "The evolving sociotechnical futures of outer space", *Futures*, vol. 152, n. 103220, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103220>.

ROBINSON, J., M. ŠMUCLEROVÁ, L. DEGL'INNOCENTI, L. PERRICHON, e J. PRAŽÁK (2018), *Europe's preparedness to respond to space hybrid operations*. PSSI report July, https://www.pssi.cz/download//docs/8252_597-europe-s-preparedness-to-respond-to-space-hybrid-operations.pdf (consultato il 22 febbraio 2024).

RODGERS, E., E. GERTSEN, J. SOTUDEH, C. MULLINS et al. (2024), *Space Based Solar Power*, <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/01/otps-sbsp-report-final-tagged-approved-1-8-24-tagged-v2.pdf?emrc=744da1> (consultato il 9 aprile 2024).

ROME, N. (2023), "China's Space Export Strategy", *Space Policy*, vol. 66, n. 101574, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2023.101574>.

ROSANELLI, R. (2011), *Le attività spaziali nelle politiche di sicurezza e difesa*, Edizioni Nuova Cultura.

ROULETTE, J. (2023), *Amazon's prototype Kuiper satellites operating successfully*, <https://www.reuters.com/technology/amazons-prototype-kuiper-satellites-operate-successfully-2023-11-16/> (consultato il 4 febbraio 2024).

RYAN, S. e R. NEUMANN (2013), *Interdisciplinarity in an era of new public management: A case study of graduate business schools*, *Studies in higher education*, vol. 38, n. 2, pp.192-206, <https://doi.org/10.1080/03075079.2011.571669>.

RUBIN, L. (2024), "A Middle East space race? Motivations, trajectories, and regional politics", *Space Policy*, n. 101608, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2023.101608>.

SANCHEZ, L., M. VASILE, e E. MINISCI (2020), *AI and Space Safety: Collision Risk Assessment*, in K.U. Schrogl (a cura di) *Handbook of Space Security*, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-23210-8_136.

SCOTT, K.D. (2018), *Joint Publication 3-14: Space Operations*, US Chairman of the Joint Chiefs of Staff Technology Report, 10.

SEBO, J. e R. LONG (2023), "Moral consideration for AI systems by 2030", *AI Ethics*, <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00379-1>.

SMITH, J. (2023), "Battle for space: statecraft, diplomacy and defence strategy", *Astronomy & Geophysics*, vol. 64, Issue 2, pp.2.38-2.40, <https://doi.org/10.1093/astrogeo/atad012>.

SPAGNULO, M. (2021), "L'Italia spaziale da terzo grande a satellite di chi?", *Limes*, n. 12/202, pp.191-208.

SOURBÈS-VERGER, I. (2019), *Chine, Russie, Inde, Japon: essai de typologie de leurs ambitions spatiales en 2019*. Annales des Mines - Réalités industrielles.

STEFANOVICH, D.V. (2023), "Russia's vision for a great power rivalry in space", *Journal of Space Safety Engineering*, vol. 10, n. 4, pp.538-543, <https://doi.org/10.1016/j.jsse.2023.10.007>.

STROIKOS, D. (2020), "China, India, and the social construction of technology in international society: The English School meets Science and Technology Studies", *Review of International Studies*, vol. 46, n. 5, pp.713-731, doi:10.1017/S0260210520000273.

SU, J. (2023), "Outer Space: From Sanctuary to Warfighting Domain?", *Chinese Journal of International Law*, vol. 22, n. 2, pp.263-305, <https://doi.org/10.1093/chinesejil/jmad025>.

TASS (2024), "Russia, China consider putting nuclear power reactor on Moon in 2033-2035 — Roscosmos", <https://tass.com/science/1755793> (consultato il 06/03/2024).

TAYE, M.M. (2023), "Understanding of Machine Learning with Deep Learning: Architectures, Workflow, Applications and Future Directions", *Computers*, vol. 12, n. 5, p.91, <https://doi.org/10.3390/computers12050091>.

THANGAVEL, K., R. SABATINI, A. GARDI, K. RANASINGHE, S. HILTON, P. SERVIDIA, e D. SPILLER (2024), "Artificial

intelligence for trusted autonomous satellite operations", *Progress in Aerospace Sciences*, vol. 144, n. 100960, <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2023.100960>.

THIELE, S. e A.C. BOLEY (2022), "Investigating the Risks of Debris-Generating ASAT Tests in the Presence of Megaconstellations", *J Astronaut Sci.* vol. 69, pp.1797-1820, <https://doi.org/10.1007/s40295-022-00356-6>.

THORMUNDSSON, B. (2021), "Virtual Assistant Technology-Statistics & Facts", *Statista*, https://www.statista.com/topics/5572/virtual-assistants/#topicHeader__wrapper (consultato il 21 dicembre 2023).

TEPPER, E. (2022), "The Big Bang of Space Governance: Towards Polycentric Governance of Space Activities", *NYU Journal of International Law and Politics*, vol. 54, n. 2, p.485.

TRICCO, G. (2023), "The upcoming of Iris2: Bridging the digital divide and strengthening the role of the EU in International Space Law", *Journal of Law, Market & Innovation*, vol. 2, n. 2, pp.17-42, <https://ojs.unito.it/index.php/JLMI/article/view/7952/6681>.

TUCKER, B.P. e H.C. ALEWINE (2023), "Everybody's Business to Know About Space: Cross-Disciplinarity and the Challenges of the New Space Age", *Space Policy*, vol. 66, n. 101573, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2023.101573>.

UNOOSA, *Online Index of Objects Launched into Outer Space*, https://www.unoosa.org/oosa/osoindex/search-ng.jsp?lf_id= (consultato il 5 febbraio 2024).

US DEPARTMENT OF DEFENSE (a) (2020), *What's With All the U.S. Space-Related Agencies?*, DOD News, 14 December, <https://www.defense.gov/News/Feature-Stories/Story/Article/2446327/whats-with-all-the-us-space-related-agencies> (consultato il 20 marzo 2024).

US DEPARTMENT OF DEFENSE(b) (2020), *Defense and Space Strategy Summary*, June, pp.1, 3, https://media.defense.gov/2020/Jun/17/2002317391/-1/-/1/2020-DEFENSE_SPACE_STRATEGY_SUMMARY.PDF (consultato il 20 febbraio 2024).

US JOINT CHIEFS OF STAFF (2023), *Space Operations*, Joint Publication 3-14, mod. 2, 23 agosto.

US NATO Military Terminology Group (2010), JP 1 (02) "Dictionary of Military and Associated Terms", 2001

(As amended through 31 July 2010) (PDF). Pentagon, Washington, Joint Chiefs of Staff, US Department of Defense. p. 229.

VAN EIJK, C. (2022), "Unstealing the Sky: Third World Equity in the Orbital Commons", *Air and Space Law*, vol. 47, n. 1, pp.25-44.

VAN WIERINGEN, K. e T. ZAJONTZ (2023), "From Loan-Financed to Privatised Infrastructure? Tracing China's Turn Towards Public-Private Partnerships in Africa", *Journal of Current Chinese Affairs*, vol. 52, n. 3, pp.434-463, <https://doi.org/10.1177/18681026231188140>.

VERRI, P. (1987), *Dizionario di diritto internazionale dei conflitti armati*. Edizioni speciali della Rassegna dell'Arma dei carabinieri, p.73.

VIDAL, F. e R. PRIVALOV (2023), "Russia in Outer Space: A Shrinking Space Power in the Era of Global Change", *Space Policy*, n. 101579, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2023.101579>.

WANG, C., et al. (2021), "An overview of protected satellite communications in intelligent age", *Sci. China Inf. Sci.*, vol. 64, n. 161301, <https://doi.org/10.1007/s11432-019-2928-9>.

WATSON, D.P. e D.H. SCHEIDT (2005), "Autonomous systems", *Johns Hopkins Apl. Tech. Dig.*, vol. 26, pp.368-376.

WOOD, N.G. (2023), "Autonomous weapon systems and responsibility gaps: a taxonomy", *Ethics Inf Technol.*, vol. 25, p. 16, <https://doi.org/10.1007/s10676-023-09690-1>.

WU, X., et al. (2023), "Threat analysis for space information network based on network security attributes: a review", *Complex Intell. Syst.*, vol. 9, pp.3429-3468, <https://doi.org/10.1007/s40747-022-00899-z>.

XIE, H., Y. ZHAN, G. ZENG, e X. PAN (2021), *LEO Mega-Constellations for 6G Global Coverage: Challenges and Opportunities*, IEEE Access, vol. 9, pp.164223-164244, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3133301.

XUEAI, L., Y. DAPENG, e L. HONG (2023), "China's space robotics for on-orbit servicing: the state of the art", *National Science Review*, vol. 10, n. 5, May, <https://doi.org/10.1093/nsr/nwac129>.

YAN, Y. (2023), "Anti-weaponization of Outer Space for Maintaining Long-term Sustainability of Outer Space Activities", *Space Policy*, vol. 63, n. 101519, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2022.101519>.

YUAN LI e JIANG TIAN-TIAN (2023), "Review on intelligent autonomous control for spacecraft confronting orbital threats", *Acta Automatica Sinica*, vol. 49, n. 2, pp.229-245, doi: 10.16383/j.aas.c211027.

ZHANG, H., et al. (2024), "Review of Machine-Learning Approaches for Object and Component Detection in Space Electro-optical Satellites", *Int. J. Aeronaut. Space Sci.*, vol. 25, pp.277-292, <https://doi.org/10.1007/s42405-023-00653-w>.

ZIARNICK, B.D. (2021), "A practical guide for spacepower strategy", *Space Force Journal*, <https://spaceforcejournal.org/a-practical-guide-for-spacepower-streategy/> (consultato il 26 marzo 2024).

GLI AUTORI

- Il Dott. **Giacinto D'URSO** ha frequentato la Scuola Militare "Nunziatella" e ha conseguito la laurea magistrale in Scienze Politiche, in Scienze Diplomatiche e Internazionali, Giurisprudenza, Scienze Strategiche e Psicologia. E' abilitato all'esercizio della professione di psicologo ed ha frequentato alcuni Master Universitari di I Livello fra cui quello in Gestione e Amministrazione delle Risorse Umane. Attualmente è dipendente pubblico nel settore della gestione delle risorse umane ed è frequentatore del 39° corso di Dottorato in Scienze della Difesa e della Sicurezza presso il Centro Alti Studi della Difesa (CASD).

Bibliografia

D'Urso G. Suicide prevention. Knowledge of WHO guidelines and collaboration between media and mental health professionals in Italy. *Journal of Psychopathology* 2022;28:53-60. <https://doi.org/10.36148/2284-0249-454>

D'Urso, G., Spazio 2021 L'impegno dell'Italia per l'esplorazione della Luna e di Marte. *Rivista Informazioni della Difesa* n. 1-2021.

Giosafatto, G., D'Urso, G., L'Information Warfare nel moderno quadro geo-strategico e la vulnerabilità dell'opinione pubblica: possibili linee di intervento. *Strategic Leadership Journal* Volume 1 anno 2024; p. 55-65

- Il Dott. **Giorgio GIOSAFATTO** ha conseguito la laurea magistrale in Scienze Strategiche e Politico-Organizzative e la laurea in Scienze Politiche e delle Relazioni Internazionali. Nel periodo 2020 – 2022 ha frequentato, presso l'US Army Command and General Staff College, il corso Command and General Staff Officer Course e, presso la

School of Advanced Military School, il corso Advanced Military Studies Program conseguendo rispettivamente il Master of Military Art and Science in Military History e il Master of Arts in Military Operations. Ha, inoltre, conseguito la qualifica di consigliere di Diritto Umanitario Internazionale nei conflitti armati.

Bibliografia

Giosafatto, G., American Civil War: The Italians and the Foreign Experience, US Army Command and General Staff College, 2021. Disponibile on-line: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1157293>.

Giosafatto, G., Italian Army in the First World War: driving organizational learning and innovation, US Army Command and General Staff College, 2022. Disponibile on-line: <https://cgsc.contentdm.oclc.org/digital/collection/p4013coll3/id/4270/rec/1>.

Giosafatto, G., D'Urso, G., L'Information Warfare nel moderno quadro geo-strategico e la vulnerabilità dell'opinione pubblica: possibili linee di intervento. Strategic Leadership Journal Volume 1 anno 2024; p. 55-65.