



## INFLUENȚA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ASUPRA DOMENIULUI SATELITAR

## THE INFLUENCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON SATELLITE DOMAIN

**General-maior dr. Valentin BECHERU\***  
**Maior Georgian TUDOR\*\***

**Rezumat:** *Inteligența Artificială (AI) a devenit fenomenul de frunte care transformă sistemele de comunicații făcându-le autonome și adaptabile la condițiile de mediu prin schimbarea caracteristicilor echipamentelor în funcție de datele primite de la senzori și are ca prim obiectiv în domeniul comunicațiilor creșterea eficienței, autonomiei și stabilității legăturilor prin utilizarea tehnologiilor de dezvoltare cognitivă.*

**Cuvinte-cheie:** *fenomen, comunicații, dezvoltare, satelit, inteligența artificială*

**Abstract:** *Artificial Intelligence (AI) has become the leading phenomenon that transforms communication systems making them autonomous and adaptable to environmental conditions by changing the characteristics of the equipment according to the data received from the sensors. It has, as its first objective, increasing efficiency, autonomy and stability of connections in the field of communications through the use of cognitive development technologies.*

**Keywords:** *phenomenon, communications, development, satellite, artificial intelligence*

## INTRODUCERE

Inteligența artificială este un domeniu relativ nou care s-a dezvoltat având la bază două nevoi ale omenirii, pe de o parte studierea și cunoașterea inteligenței, iar pe de altă parte reproducerea ei cu ajutorul unor elemente artificiale, create de om. AI este o ramură a științei calculatoarelor

---

\* Membru asociat al Academiei Oamenilor de Știință din România, vbecheru@mapn.ro

\*\* specialist în domeniul comunicațiilor satelitare, Ministerul Apărării Naționale, gtudor@mapn.ro



și se referă la orice sarcină executată de un program sau un calculator utilizând procese care imită inteligența umană, cum ar fi: învățarea, raționamentul, planificarea, auto-corectarea, rezolvarea problemelor, percepția, mișcarea, manipularea și creativitatea.

AI este legată de învățarea automată și învățarea profundă, în care învățarea automată folosește algoritmi pentru a descoperi tipare și a deduce starea viitoare a unui sistem. Aceasta se bazează întotdeauna pe o cantitate cât mai mare de date necesară descoperirii acestor tipare. Învățarea profundă este o sub ramură a învățării automate, ramură care apropie AI-ul de gândirea umană.

De-a lungul timpului au fost formulate mai multe definiții ale inteligenței artificiale, cum ar fi:

- ”Efortul de a face computerele să gândească...mașini cu minte, în sensul complet și literar” (Haugeland, 1985);

- ” Automatizarea activităților pe care le asociem cu gândirea umană, cum ar fi luarea deciziei, soluționarea unei probleme, învățarea....”, (Belman, 1978);

- ”Arta de a crea mașini care să performeze funcțiuni care necesită inteligență când sunt executate de oameni” (Kurzweil, 1990)<sup>79</sup>.

În continuare pentru a avea o imagine clară a influenței AI în domeniul comunicațiilor satelitare am analizat trendurile în domeniul comunicațiilor și unde AI poate asigura îmbunătățirea calității legăturilor de comunicații.

### **1.TRENDURI ÎN DOMENIUL COMUNICAȚIILOR**

În ultimii anii au fost dezvoltate și au ajuns la maturitate o serie de tehnologii cum ar fi cloud computing, big data și deep learning<sup>80</sup> care au influențat domeniul comunicațiilor prin creșterea numărului rețelelor de comunicații și al utilizatorilor, utilizatori care au preferințe, obiceiuri și nevoi de informații diferite, atât la nivel de organizație cât și individual.

---

<sup>79</sup> Peter Norvig, Stuart J. Russell, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Publisher: Prentice Hall, Anul 1994, pp.28.

<sup>80</sup> cloud computing, big data și deep learning - tehnologii care se referă la oferirea de servicii informatice utilizatorului .



Trendul este ca fiecare utilizator să aibă rețeaua lui, configurată doar cu informațiile esențiale pentru rezolvarea sarcinilor primite, având ca bază de pornire cerințele anterioare și atribuțiile postului pe care îl ocupă.

Rețelele de comunicații devin din ce în ce mai eterogene, cu utilizatori care au echipamente ce asigură accesul în rețea și care au încorporate diferite tipuri de tehnologii cum ar fi: 2G, 3G, 4G sau Wi-Fi, dar odată cu trecerea la noua tehnologie 5G, toate aceste rețele de comunicații vor fi redefinite.

Managementul acestor rețele a devenit din ce în ce mai dificil odată cu creșterea numărului rețelelor și a complexității acestora, astfel menținerea unor legături de comunicații cu un nivel acceptabil al calității serviciilor a devenit principalul obiectiv. Pentru a menține acest nivel acceptabil a fost nevoie să crească numărul de echipamente și capacități, a fost necesară introducerea de noi instrumente software inteligente de tipul AI care să satisfacă nevoile utilizatorului, concomitent cu creșterea profiturilor, reducerea costurilor de operare și îmbunătățirea performanțelor rețelelor.

Un alt trend foarte important îl reprezintă securitatea datelor, care a devenit un domeniu sensibil din cauza creșterii numărului de incidente cibernetice și a complexității acestora. Aceste incidente au avut în unele cazuri consecințe grave cum ar fi defectarea rețelelor de comunicații și pagube economice.

Pentru protecția rețelelor, AI poate fi introdus la diferite niveluri ale acestora pentru a asigura o securitate puternică pe baza analizei comportamentale făcută automat de către mașini care au capacitate de învățare și care pot îmbunătăți semnificativ abilitatea rețelei de a detecta atacurile, de a le analiza automat și identifica comportamente individuale ale atacatorilor și astfel de a găsi cele mai bune metode de blocare a acestora.

AI este domeniu care se dezvoltă rapid și de care industria comunicațiilor speră să profite pentru a rezolva zonele unde capabilitățile umane sunt limitate. Aceste zone sunt: proiectarea, operarea, mentenanța și managementul rețelelor și serviciilor de comunicații.

Am identificat trei abilități ale AI care pot constitui avantaje pentru rețelele de comunicații.

Prima abilitate este aceea de învățare prin care mașinile pot procesa cantități mari de date și pot învăța caracteristicile traficului de informații,



date despre management și control reușind în final să devină experte în operarea, managementul și mentenanța rețelelor.

Acuratețea în operare, management și mentenanța rețelelor crește o dată cu creșterea cantității de date despre rețea.

O a doua abilitate este aceea de înțelegere și raționare care prin introducerea AI duce la schimbarea modului de management al rețelelor astfel, se face trecerea de la modul centralizat în care toate datele sunt transmise într-un singur punct, dezavantajul acestui mod fiind că starea rețelei se schimbă până când aceste date sunt transmise și procesate, iar deciziile de management devin tardive, la modul distribuit în care sistemele de AI pot să monitorizeze permanent, pe diferite niveluri, starea rețelelor ca întreg și prin algoritmi care sunt implementați sau învățați, pot să execute comenzi de management descentralizat într-un timp foarte scurt.

O a treia abilitate este aceea de colaborare și se realizează prin distribuirea managementului în nodurile de rețea, acestea comunicând între ele, colaborând și implementând în mod concertat măsuri de management în rețea.

În ultima parte am analizat care este influența AI asupra comunicațiilor satelitare.

## **2. INFLUENȚA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE ASUPRA COMUNICAȚILOR SATELITARE**

Spațiul este “ultima frontieră” pe care omul continuă să o exploreze având ca scop asigurarea supraviețuirii ca specie și protejarea în fața unor posibile pericole iminente care pot amenința planeta. Spațiul poate în același timp să devină și un viitor teatru de confruntări între țări sau organizații mondiale pentru asigurarea supremației informaționale, acționale și testarea unor capacități tehnice din domeniul tehnologiilor avansate. Emergența spațiului cosmic, prin interacțiunea cu mediile clasice de ducere a acțiunilor militare: terestre, aeriene, cosmice, maritime, dar și cu spațiul virtual (cibernetice), impune implementarea multidomeniu a tehnologiilor de ultimă generație în raport cu nevoile tot mai mari la nivel mondial de schimb informațional, acces la resurse, dezvoltarea de tehnologii multimedia și sisteme de armament. Noile amenințări asupra domeniilor comerciale și militare în spațiu sunt emergente prin creșterea conectivității digitale în toate domeniile comerciale, guvernamentale și militare care sunt de cele mai



multe ori vulnerabile, astfel pe timpul desfășurării conflictelor, atacurile asupra infrastructurilor critice de apărare, guvernamentale și economice trebuie să fie anticipate și protejate<sup>81</sup>.

În zilele noastre, AI devine fenomenul de frunte care transformă sistemele de comunicații făcându-le autonome și adaptabile la condițiile de mediu prin schimbarea caracteristicilor echipamentelor în funcție de datele primite de la senzori.

Obiectivul principal al AI în domeniul comunicațiilor este acela de a crește eficiența, autonomia și stabilitatea legăturilor prin utilizarea tehnologiilor de dezvoltare cognitivă. În domeniul comunicațiilor spațiale și ne referim doar la sateliții de telecomunicații, AI poate duce la dezvoltarea:

- capabilităților de legături cognitive și aici ne referim la maximizarea capacităților de date care pot fi transmise pe benzile de frecvențe disponibile, cu evitarea interferențelor, prin partajarea spectrului radio cu sateliții vecini și adaptarea legăturilor radio, urmare a datelor primite de la senzorii care monitorizează spectrul electromagnetic;
- capabilităților de rețea cognitivă printr-o arhitectură descentralizată bazată pe servicii și integrarea automată a furnizorilor;
- capabilităților de sisteme cognitive care se referă la optimizarea fluxurilor de date prin redirecționarea acestora între diferite constelații de sateliți de telecomunicații și diagnostic automat a calității legăturilor;
- capabilităților hardware cognitive care se referă la sateliți cu capabilități de procesare la bord și care au implementat procese neuromorfe.

Dezvoltarea tehnologiilor AI în domeniul comunicațiilor prin satelit, au rezultat ca o nevoie reală de a gestiona un sistem complex, în speță satelitul și de asemenea de a proteja datele și informațiile care sunt vehiculate. Oricând, se poate întâmpla un atac, fie pe satelitul propriu-zis, fie la stația de bază. Care va fi situația misiunilor în curs de desfășurare? Care date au cea mai mare prioritate de a fi protejate? Pentru a compensa acele situații, trebuie implementate anumite tehnologii care să identifice problemele existente și pe baza unor algoritmi specifici sau abordări trecute,

---

<sup>81</sup>US NATIONAL DEFENSE STRATEGY 2018 – sumar



actuale și futuriste, sistemul satelitar trebuie să acționeze imediat. Până în acest moment procesul de automatizare nu poate fi total, dar unele activități care trebuie să fie realizate în timp foarte scurt de către satelit pot fi făcute cu ajutorul inteligenței artificiale.

Comunicațiile prin satelit în timp real și controlul satelitului, atât pentru menținerea pe orbită cât și pentru funcționarea acestuia, sunt activități dificile de gestionat având în vedere că mediul spațial este într-o continuă schimbare ceea ce impune o asigurare deplină a funcționării serviciilor satelitare și a integrității acestuia. Dezvoltarea recentă a tehnologiilor cognitive reprezintă noua forță în realizarea arhitecturii sistemelor de comunicații prin satelit.

Dacă vorbim despre serviciile de radiodifuziune prin satelit, există companii care dezvoltă deja soluții de rețea în bandă largă prin utilizarea sistemelor avansate de comunicații prin satelit.

NASA a introdus conceptul de rețele radio cognitive spațiale, acestea se referă la tehnologii de rețea inteligentă și adaptivă care pot detecta canalele disponibile și modifica parametrii de transmisie pentru a permite rularea simultană a mai multor comunicații și, de asemenea, pot duce la îmbunătățirea utilizării spectrului radio. Pentru NASA, mediul spațial prezintă provocări complexe pe care rețelele radio cognitive le-ar putea simplifica. Janette C. Briones, cercetătoare principală la NASA, în proiectul de rețele cognitive dezvoltat de Glenn Research Center din Cleveland, Ohio, a menționat: „Sistemele moderne de comunicații spațiale folosesc un software complex pentru a sprijini misiunile științifice și de explorare. Prin aplicarea inteligenței artificiale și a învățării automate, sateliții vor putea să controleze aceste sisteme fără probleme, luând decizii în timp real fără a aștepta instrucțiuni de la stația de control, dar în același timp informează asupra acțiunilor întreprinse.”<sup>82</sup>

În cazul legăturilor cognitive, satelitul va putea cu ajutorul software-ului de la bord să prezică condițiile de propagare pe fiecare canal de legătură și va selecta automat configurația cea mai bună și un anumit nivel de putere la emisie, formă de undă și coduri de corectare a erorilor, pentru a asigura în principal stabilitatea legăturii și în secundar pentru a

---

<sup>82</sup><https://widenetworks.net/artificial-intelligence-is-changing-the-way-of-satellite-communication>, accesat la data de 25.02.2020.



transmite un volum cât mai mare de date. Un alt avantaj foarte important pe care îl oferă legăturile cognitive este acela că pot să identifice automat interferențele pe un canal și să le elimine prin trecerea pe alt canal care nu este interferat. Interferența poate fi eliminată și prin reconfigurarea antenei de recepție astfel încât sursa de emisie care interferează să fie în afara zonei de acoperire. De asemenea legăturile cognitive pot să gestioneze automat optimizarea fluxurilor de date prin trecerea de la legătura optică inter-satelitară la legătura radio cu stația de sol sau invers.

Rețelele cognitive reprezintă următorul nivel de integrare a tehnologiilor AI în domeniul spațial. Acest nivel este unul mai complex și se referă la descoperirea și integrarea automată a elementelor noi din rețea, fie că ne referim la terminale de utilizator, stații de sol de tip Hub sau ne referim la un nou segment spațial (satelit). Pentru implementarea acestui nivel va fi nevoie de realizarea unor capabilități de descoperire a noilor elemente din rețea. De asemenea pe lângă această capabilitate de descoperire, va trebui să existe și un sistem automat de asigurare a nivelului de "Quality of Service" pentru datele fiecărui utilizator pentru gestionarea timpilor de întârziere la serviciile care nu pot funcționa cu timpi de întârzieri mari, cum ar fi legăturile de voce și video-teleconferință. Prin implementarea acestei capabilități se elimină necesitatea asignării utilizatorului la un anumit satelit, el va fi asignat în rețea, conectarea făcându-se automat la satelitul care este disponibil și care are canale cu caracteristicile de legătură cele mai bune, iar dacă la un moment dat, din cauza variațiilor condițiilor de propagare sau dacă utilizatorul este în mișcare și rețeaua identifică alte canale cu caracteristici mai bune pe alt satelit, trecerea pe noile canale să se facă automat, fără ca utilizatorul să fie afectat.

Un alt element important care va fi implementat automat la acest nivel este criptarea datelor prin care sistemul se asigură că datele vehiculate, sunt etichetate în funcție de sensibilitatea lor și criptate la nivelul corespunzător, astfel încât niciun utilizator neautorizat să le poată accesa.

Cercetătorii preconizează, de asemenea, că în viitor va exista posibilitatea de călătorie cu drone către exoplanete (planete situate în afara sistemului solar). Dar, pentru aceasta, navele spațiale vor trebui să facă față și să răspundă la circumstanțe și evenimente noi, extrem de imprevizibile,



de la variații de temperatură la obiecte cosmice, iar una dintre soluții pentru rezolvarea acestor evenimente este implementarea AI.

O altă ramură de cercetare din cadrul domeniului spațial se concentrează asupra prezicerii furtunilor solare prin utilizarea instrumentelor AI folosind datele de la Solar Dynamics Observatory. După găsirea conexiunilor între coroana solară și activitatea magnetică în fotosferă, putem determina evacuările de masă coronală și cauza emisiilor luminoase. La momentul actual sunt o multitudine de proiecte în desfășurare care fundamentează ideea ca inteligența artificială, automatizarea cognitivă și machine learning<sup>83</sup> pot stimula comunicațiile prin satelit și modul în care ne ocupăm de tehnologia spațială.

Viitorul tehnologic în domeniu se bazează pe implementarea accelerată a algoritmilor cognitivi la nivelul serviciilor informatice, a sistemelor de armament și securitate, în industrie și în societate, concomitent cu dezvoltarea instrumentelor de tip AI aplicative (machine learning, Natural Language Processing – NLP și Computer Vision), apte să înlocuiască cu succes factorul uman – robotizarea și algoritmizarea domeniilor de informații, dar și atingerea maturității tehnologice și creșterea relevanței industriei și tehnologiei spațiale, concomitent cu facilitarea accesului la aceste dezvoltări pentru actori non-statali și state mai puțin dezvoltate, dar care urmăresc dobândirea rapidă a unor instrumente de înaltă tehnologie utilizabile atât în raporturile de putere, cât și în atingerea unor scopuri defensive și ofensive de securitate – mutarea confruntărilor militare în domeniul spațial, tehnologizarea instrumentelor de supraveghere și a sistemelor de tip ISR.<sup>84</sup>

Agenția specializată a Organizației Națiunilor Unite pentru domeniul comunicațiilor și tehnologiei informației, Uniunea Internațională a

---

<sup>83</sup>Machine Learning reprezintă o subdivizie a Inteligenței Artificiale și se referă la abilitatea mașinilor (sistemelor) de a învăța pe cont propriu. Astfel, programele bazate pe Machine Learning pot învăța să recunoască diverse trenduri și să realizeze predicții pe baza informațiilor stocate. Companii precum IBM, Microsoft, Amazon sau Google oferă platforme complexe de Machine Learning, disponibil la <https://blog.webland.ro/2017/04/care-este-diferenta-dintre-inteligentaartificia-machine-learning-si-deep-learning/>, accesat la 22.04.2019

<sup>84</sup>Iorga B., Vasian B., „EVOLUȚIA STRUCTURILOR DE INTELLIGENCE ÎN ERA TEHNOLOGIEI AVANSATE”, *Infosfera -Revistă de studii de securitate și informații pentru apărare*, Anul XI nr. 4/2019, pp.80-94.





Telecomunicațiilor (ITU - International Telecommunications Union) este un element central de ghidare a inovației în domeniul inteligenței artificiale pentru realizarea obiectivelor de dezvoltare durabilă a ONU. Astfel că secretarul general al ITU a afirmat că aceștia se angajează să ofere o platformă neutră pentru dialog internațional focalizat pe construirea unei înțelegeri comune a capacităților tehnologiilor de inteligență artificială emergente. Scopul este de a formula strategii pentru a asigura încredere, siguranță și incluziune în dezvoltarea tehnologiilor AI și acces echitabil la beneficiile acestora.

### CONCLUZII

În domeniul satelitar, AI va duce la utilizarea mai eficientă a spectrului electromagnetic, acesta fiind o resursă finită și din ce în ce mai aglomerată. Vor fi implementați algoritmi care automat vor ajusta caracteristicile de emisie pentru fiecare canal în funcție de zonele de spectru disponibile și de dimensiunea datelor care trebuie vehiculate, făcând utilizarea acestora să fie optimă. AI va avea un rol important în eficientizarea costurilor pentru operarea și managementul rețelelor, înlocuind resursa umană și eliminând erorile apărute din greșeală, iar în plus față de aceasta vor fi eliminate în mod automat atacurile executate de alte entități sau interferențele apărute accidental.



### BIBLIOGRAFIE

IORGA B., VASIAN B., „Evoluția structurilor de intelligence în era tehnologiei avansate”, *Infosfera* -Revistă de studii de securitate și informații pentru apărare, Anul XI nr. 4/2019.

NORVIG P., RUSSELL S. J., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Publisher: Prentice Hall, Anul 1994.



US NATIONAL DEFENSE STRATEGY 2018 – sumar.

<https://widenetworks.net/artificial-intelligence-is-changing-the-way-of-satellite-communication>, accesat la data de 25.02.2020.

