

Anul 2025 reprezintă intrarea în era roboților umanoizi

Catalin VRABIE / 16.04.2025

De curând (28 martie – 01 aprilie 2025) am participat la conferința *Not Robots Yet: Keeping Public Servants in Public Service* [1] organizată de *American Society for Public Administration (ASPA)* în *Washington*, Statele Unite. Intervenția mea în grupul de lucru dedicat soluțiilor digitale îndreptate spre îmbunătățirea vieții comunităților a avut în vedere implementarea inteligenței artificiale (AI) în Administrația Publică din România, iar prezentările la care am asistat m-au inspirat să redactez acest articol¹.

Robotica este, fără îndoială, în plină expansiune, iar acum, impulsionată de progresele în AI și inginerie, cu atât mai mult [2] – nu este de mirare ținând cont că roboții au avantajul de a interacționa cu lumea fizică într-o formă în care informația digitală nu o poate face. Deceniul care urmează se conturează a fi deceniul roboților, iar roboții umanoizi par a fi în centrul atenției. De altfel, Jensen Huang, președinte și CEO *Nvidia*, a declarat în deschiderea conferinței anuale *GPU Technology Conference (GTC) 2025* că „a venit timpul roboților” [3].

Nu doar *Nvidia*, ci multe alte companii (revin cu exemple) se întrec în dezvoltarea și implementarea unor mașini umanoide pentru a executa diferite sarcini lucrative, a livra servicii sau chiar a oferi ajutor în gospodării. Roboții patruzezi devin la rândul lor din ce în ce mai agili și mai accesibili, fiind deja utilizați în industrie și apărare – de fapt, industriile de armament ale lumii și-au creat platforme pentru dezvoltarea roboților care să ajute în misiunile de recunoaștere și totodată să ofere sprijin în luptă.

R&D-ul roboților umanoizi

Roboții umanoizi sunt în esență mașini cu formă asemănătoare omului, cu trunchi, brațe și picioare (ori, în unele cazuri, roți), care stau în poziție verticală. În 2025, datorită avansului în AI, al senzorilor și materialelor din care sunt confecționați, roboții umanoizi au făcut progrese semnificative. Din ce în ce mai multe *startup-uri* (dar și giganți tehnologici) au trecut de la prototipuri conceptuale la modele complet funcționale.

La finalul lui 2024 *Goldman Sachs* afirma că piața roboților umanoizi atinsese șase miliarde de dolari, iar estimările pentru 2035 erau că aceasta va ajunge la treizeci și opt de miliarde [4]. Intenția producătorilor pare a fi aceea de a implementa roboți care să preia sarcini periculoase și/sau repetitive, dar și să lucreze în siguranță alături de oameni în fabrici, depozite, gospodării (pentru a compensa lipsa forței de muncă ce pare a fi într-o continuă scădere; estimarea este că până la finalul deceniului numărul de lucrători din întreaga lume va scădea cu aproximativ cincizeci de milioane [3]).

Isaac GR00T N1

Dezvoltat de *Nvidia* cu scopul de a îmbunătăți raționamentul și abilitățile roboților umanoizi, Isaac GR00T N1 iese în evidență ca fiind baza de lucru² pentru toți dezvoltatorii de roboți umanoizi [5]. Acest model prezintă o arhitectură duală inspirată de principiile cogniției umane: sistemul 1 este un model de acțiune cu gândire rapidă, asemănător reflexelor sau intuiției umane, iar sistemul 2 se bucură de un model de gândire lentă, destinat luării deciziilor deliberate și metodice.

Sistemul 2, alimentat de tehnologii AI bazate pe *computer vision* și LLMs, analizează mediul și instrucțiunile primite pentru a planifica acțiuni pe care apoi sistemul 1 le traduce în mișcări robotice

¹ Titlul prezentării mele în cadrul evenimentului menționat a fost: *Citizen Participation & Administrative Efficiency in the Era of E-Government 3.0* și s-a bazat pe două articole publicate anterior: *E-Government 3.0 An AI Model to Use for Enhanced Local Democracies* [42] și *Improving municipal responsiveness through AI-powered image analysis in E-Government* [46]

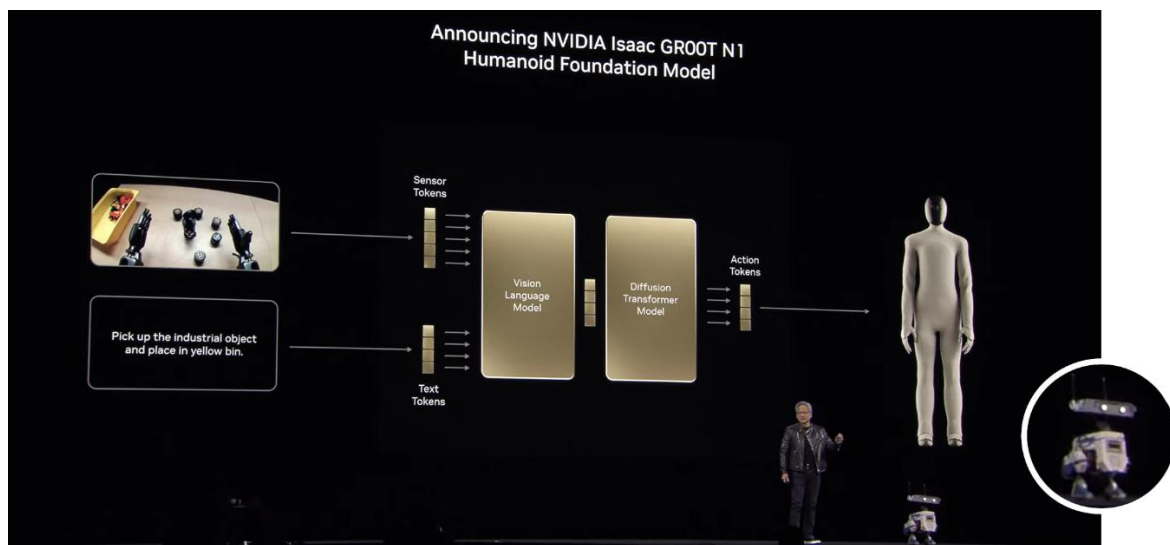
² *Foundation model*.

precise și continue. Acesta din urmă este antrenat atât pe date provenite din demonstrații umane, cât și pe un volum mare de date sintetice generate prin platforma *Nvidia Omniverse* – cea care funcționează ca sistem de operare a tuturor roboților *Nvidia*.

GR00T N1 poate efectua cu ușurință sarcini comune precum apucarea, mutarea obiectelor cu unul sau ambele brațe și transferul obiectelor dintr-o mână în alta, putând chiar executa sarcini complexe, care necesită combinații de abilități generale precum manipularea obiecte, ambalarea și inspecția pentru a-l adapta la roboți umanoizi sau sarcini specifice.

În cadrul cuvântului de deschidere a GTC 2025 [3], Jensen Huang a prezentat un robot umanoid creat de de compania *1X Technologies* (voi reveni asupra acesteia) care efectua în mod autonom sarcini casnice de ordonare, folosind o politică de post-antrenament bazată pe *GR00T N1*; capacitățile autonome ale robotului au fost rezultatul unei colaborări între *1X Technologies* și *Nvidia*.

De asemenea, *Nvidia* a anunțat o colaborare cu *Google DeepMind* și *Disney Research* pentru a dezvolta *Newton*, un motor *open-source* de fizică, optimizat pentru *machine learning* în robotică³. *Disney Research* va fi printre primele companii care vor utiliza *Newton* pentru a avansa platforma de personaje robotice care alimentează roboții de divertisment de nouă generație – cum ar fi cei inspirați din *Star Wars* [5, 6].



GTC 2025: Momentul în care Jensen Huang face public faptul că *GR00T N1* (robotul prezent pe uriașul ecran din spate) este *open-source*. În dreapta jos este micuțul *Blue* (roboțelul dezvoltat alături de *Disney Research*). Sursa: *Nvidia YouTube Channel*

Pentru a accelera dezvoltarea roboticii, *Nvidia* a lansat și *Isaac GR00T Blueprint*, un spațiu destinat generării de date sintetice cu componentă de mișcare, construit pe (și pentru) platformele *Omniverse* și *Cosmos Transfer* (o platformă de medii și mișcări sintetice). Această inițiativă permite dezvoltatorilor să genereze cantități mari de date sintetice asociate mișcării pentru antrenarea roboților în sarcini de manipulare pornind de la demonstrații umane.

De asemenea, *Nvidia* a introdus și *DGX Spark*, un supercomputer personal construit în întregime pe tehnologie AI, care oferă dezvoltatorilor un sistem complet pentru a extinde capacitățile *GR00T N1* ale noilor roboți, fără a necesita programare extensivă [3].

Optimus

Robotul umanoid *Optimus* de la *Tesla*, supranumit *Tesla Bot*, este probabil unul dintre cele mai mediatizate proiecte de această natură. La sfârșitul anului trecut (2024), *Tesla* a dezvăluit prototipuri care mergeau stabil și operau în aer liber: într-o demonstrație, *Optimus* mergea independent pe un

³ Așteptat să fie disponibil mai târziu în acest an.

teren accidentat fără a utiliza camerele de vizualizare, bazându-se pe senzori interni și pe o rețea neuronală⁴ pentru a-și menține echilibrul [7].



Optimus efectuând o serie de sarcini considerate până acum a fi dificile pentru roboți

Elon Musk promovează *Optimus* ca pe o viitoare afacere de trilioane de dolari [8] și afirmă ambițios și entuziasmat așa cum îl cunoaștem, că *Tesla* ar putea începe producția chiar din 2025 – estimările făcute de *Bank of America* [9] fiind de aproximativ o mie de unități în 2025 la un preț mediu de 50.000 dolari fiecare.

Deși unele dintre primele demonstrații au fost operate de la distanță de oameni – ceea ce a generat scepticism cu privire la autonomia reală a acestor roboți, *Tesla* a lucrat intens pentru a îmbunătăți AI-ul robotului. Cele mai recente actualizări arată că *Optimus* explorează spații interioare necunoscute și evită obstacole folosind o rețea neuronală ce primește *input* vizual, având totodată o deplasare bipedă mai stabilă [7].

Mai multe unități *Optimus* pot, de asemenea, să-și partajeze hărțile și să învețe colectiv unele de la altele, permițând unei echipe de astfel de mașini să construiască o înțelegere comună a mediului înconjurător. *Tesla* pare că se concentrează asupra învățării robotului să practice sarcini de zi cu zi, sarcini pe care generic le-am numi casnice. Videoclipuri din 2024 (unele dintre ele cu milioane de vizualizări) arată un astfel de robot ridicând și transportând cutii, urcând trepte și chiar conectându-se singur la un încărcător de perete atunci când atinge un nivel critic al bateriei [10]. Într-o demonstrație live, roboții *Optimus* au servit băuturi angajaților *Tesla* [11], sugerând posibile roluri viitoare și în domeniul serviciilor.

Deși robotul *Optimus* este încă în dezvoltare, ritmul rapid în care se dezvoltă tehnologia, alături de expertiza *Tesla* în producția de masă ar putea face din el unul dintre primii umanoizi fabricați la scară largă. Ținând cont că predicțiile spun că în 2040 ar putea exista mai mulți roboți decât oameni [12], viziunea pe termen lung a celor de la *Tesla* devine din ce în ce mai clară.

Figure 01

... este un *startup* emergent dedicat exclusiv dezvoltării roboților umanoizi. Robotul său, denumit provizoriu *Figure 01*, este un umanoid biped conceput pentru a lucra în medii destinate oamenilor – unul dintre principalele sale obiective fiind integrarea în activitățile de producție și comerț [13].

Figure AI a atras atenția în 2024, după ce a obținut o finanțare uriașă de 675 de milioane de dolari, fapt care a dus la o evaluare a companiei de aproximativ 2,6 miliarde de dolari. Printre investitori se numără și Jeff Bezos, *OpenAI*, *Nvidia* și *Microsoft* [14, 15].

Bezos este foarte entuziasmat de acest proiect, ceea ce are sens dacă ne gândim cât de mult ar putea ajuta acești roboți umanoizi *Amazon*-ul în aproape toate aspectele activității sale. Inițial, *Figure*

⁴ Recomand citirea articolului „Inteligența Artificială și Premiul Nobel în Fizică (2024)” pentru detalii referitoare la rețelele neuronale [43].

AI a fost raportată ca fiind în negocieri pentru o finanțare de 500 de milioane de dolari inițiată de *Microsoft* și *OpenAI* [16], însă suma finală a crescut semnificativ [17], subliniind entuziasmul din jurul acestor tehnologii.

Un motiv suplimentar pentru acest entuziasm este parteneriatul companiei cu *OpenAI*. După ce și-a întrerupt propriile cercetări în robotică, *OpenAI* a semnalat o revenire în domeniu prin colaborarea cu *Figure AI*⁵ [18]. Conform unei postări făcute pe *Twitter/X*, Brett Adcock (CEO-ul *Figure AI*) susținea că există un avantaj enorm în integrarea *LLMs*⁶, fiindcă acestea oferă o înțelegere semantică a instrucțiunilor umane [19]). Cu alte cuvinte, robotul umanoid al celor de la *Figure AI* va utiliza inteligență artificială avansată pentru a înțelege mai bine sarcinile complexe comenzile primite de la oameni în limbaj natural. Pe partea cealaltă, vicepreședintele *OpenAI*, Peter Welinder, a declarat: *We've always planned to come back to robotics and we see a path with Figure to explore what humanoid robots can achieve when powered by highly capable multimodal models*⁷ [20].

Digit

Robotul biped al celor de la *Agility Robotics* este o mașină de dimensiunea unui adult uman, proiectat în principal pentru a lucra în depozite, ridicând și transportând pachete. Acest fapt a determinat *Amazon* să înceapă a-l testa pe *Digit* pentru o posibilă utilizare în centrele sale de distribuție [21].

Inițiativa *Agility Robotics* este remarcabilă pentru faptul că a fost una dintre primele companii care au încercat producția în masă a roboților umanoizi. La sfârșitul anului 2023, *Agility Robotics* a anunțat deschiderea *RoboFab*, prima fabrică din lume dedicată exclusiv producerii de roboți umanoizi (*Stalem, Oregon*). Inițial, fabrica va produce câteva sute de unități *Digit* pe an, urmând ca odată ce va atinge capacitatea maximă, să crească la peste zece mii de roboți anual, sperând să poată oferi disponibilitate generală în 2025 [22].

Eve & Neo

1X Technologies este un startup norvegian care a intrat în *mainstream*-ul R&D în robotică după ce *OpenAI* a făcut investiții de 23,5 milioane de dolari în 2023 [23]. Primul robot, *Eve*, este un robot umanoid pe roți, utilizat pentru sarcini precum efectuarea controalelor de securitate pe timpul nopții în clădirile de birouri, magazine și *mall*-uri, deschiderea ușilor și mutarea obiectelor (ceea ce l-a promovat și în industria turismului).

Una dintre inovațiile de marcă ale *1X Technologies* este tehnologia de actuator: compania a creat un servomotor cu un raport cuplu/greutate extrem de ridicat, care imită într-o oarecare măsură, calitățile mușchilor umani, permițând astfel mișcări mai fluide și mai naturale [24]. De asemenea, au colaborat cu *OpenAI* pentru a dota acești roboți cu inteligență avansată.

⁵ Foarte recent, Brett Adcock, CEO-ul *Figure AI*, a anunțat pe contul lui de *Twitter/X* că nu mai mențin acest acord [45]... dar asta nu schimbă în niciun fel interesele ambelor companii de a se dezvolta în direcția spusă. Ba mai mult, *OpenAI* face angajări pentru a-și dezvolta propriile proiecte de robotică.

⁶ Recomand citirea articolului „Superinteligența – una dintre cele mai mari provocări tehnice ale momentului” pentru detalii referitoare la *LLMs* [44].

⁷ Întotdeauna am planificat să revenim la robotică și colaborăm cu *Figure AI* pentru a explora împreună ce pot realiza roboții umanoizi atunci când sunt ajutați de modelele multimodale super capabile.



Eve – aproape familiar

În prezent, compania lucrează la *Neo*, un umanoid biped destinat utilizării în locuințe pentru posibili utilizatori casnici [25].

Exoschelete și augmentări cibernetice

Un alt aspect al roboticii îl reprezintă exoscheletele. Statele Unite au testat costume exoscheletice care ajută oamenii (în special soldați) să transporte sarcini grele și să reducă oboseala [26].

Deși nu există încă armuri ca în filmele SF, cercetările continuă pentru îmbunătățirea surselor de energie și a ergonomiei, apropiindu-ne tot mai mult de un viitor în care soldații și roboții se vor îmbina într-o singură entitate cibernetică apropiindu-ne de ceea ce a spus Andy Clark, în lucrarea sa *Natural-Born Cyborgs: Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence*: „omul a devenit (de ceva vreme) *cyborg*, dar nu în sensul superficial [n.a. prezentat de literatura SF] în care corpul biologic se îmbină cu elemente de tehnologie [n.a. deși această ipoteză începe să fie și ea din ce în ce mai des testată], ci într-un sens mult mai profund, și anume acela de a fi în simbioza om-tehnologie în care sistemele de gândire și raționament [n.a. în acest exemplu fiind vorba doar de cele de decizie] sunt răspândite atât în creierul biologic cât și în circuitele non-biologice” [27, 28].

R&D-ul roboților patrupezi

Roboții patrupezi (*Quadruped Robots*) au devenit de asemenea un subiect fierbinte, în special datorită miniaturizării componentelor și introducerii unor senzori de ultimă generație (precum LIDAR sau camere termale). Deși inițial au fost dezvoltați în principal pentru scopuri militare și de cercetare, astăzi companii precum *Boston Dynamics* și *Unitree Robotics* creează modele comerciale care pot fi folosite pentru livrări, inspecții industriale, intervenții în zone cu risc (de exemplu, în situații de urgență) și chiar pentru divertisment sau activități educaționale.

La finalul lui 2024, conform estimărilor publicate de *Market Research*, piața roboților patrupezi a depășit valoarea de 1,5 miliarde de dolari [29], impulsionată de cererea masivă de automatizare a activităților dificile ori repetitive. Mai mult decât atât, cercetările sugerează că până în 2031 acest segment ar putea atinge o valoare de peste șapte miliarde de dolari, cu o rată anuală de creștere de aproximativ 20% [29]. Unele state, precum Japonia și Coreea de Sud, se confruntă cu o scădere accelerată a populației active [30, 31], ceea ce le determină să investească semnificativ în astfel de soluții autonome pentru a compensa deficitul de forță de muncă.

În ceea ce privește tehnologiile-cheie care susțin evoluția roboților patrupezi, AI-ul și componentele sale de *deep learning* joacă un rol esențial în navigarea autonomă în medii necartografiate prin recunoașterea obstacolelor, menținerea echilibrului și optimizarea consumului de energie. Conform *International Federation of Robotics* (IFR), aceste îmbunătățiri tehnologice ar putea conduce la o extindere rapidă în sectoare noi precum în medicină (transport de echipamente sau materiale delicate în spitale) ori *agri-tech* (monitorizarea eficientă a terenurilor agricole, întreținerea culturilor) [32].

Unitree Robotics

... este o companie chinezească devenită lider în accesibilizarea roboților. Inițial, și-au construit reputația prin vânzarea de roboți patrupezi agili, de dimensiunea unui câine, la o fracțiune din costul modelelor occidentale de până atunci.

Până în 2025, portofoliul *Unitree* s-a extins, incluzând atât roboți de uz casnic, cât și modele industriale [33]. La ultima ediție a *Consumer Electronics Show* din ianuarie 2025 (CES 2025) [34], *Unitree* și-a prezentat cele mai noi produse, inclusiv *Unitree Go2*, un câine robot destinat consumatorilor și o variantă numită *Go2-W*, care are roți la capătul picioarelor pentru o mișcare hibridă între rulare și mers.



Unitree Robotics este probabil cea mai versatilă companie de robotică din lume

Ceea ce a atras cu adevărat atenția a fost demonstrarea agilității: *Unitree – Go2* poate efectua mișcări dinamice, inclusiv salturi înapoi, stă în mâini asemenea unui robot umanoid și demonstrează stabilitate și o agilitate remarcabilă. Trebuie menționat aici că mișcările de care vorbesc nu au fost programate manual, ci realizate prin *deep reinforcement learning*, ceea ce evidențiază puterea acestor algoritmi în dezvoltarea mișcărilor roboților.

Unitree și-a declarat intenția de a intra și pe piața roboților umanoizi încă din 2024 când compania a lansat discret un robot biped numit *G1*. La CES 2025, *Unitree* l-a prezentat pe *H1*, un robot umanoid care a reușit să facă un salt înapoi din picioare. *H1* poate, de asemenea, să alerge cu 3,3 m/s (\approx 12 km/h), ceea ce îl face unul dintre cei mai rapizi roboți umanoizi existenți. În plus, *H1* folosește actuatori electrice, spre deosebire de majoritatea modelelor concurente care utilizează tehnologii hidraulice.

Boston Dynamics

Cine nu a auzit de *Boston Dynamics*, nu a fost interesat de robotică până acum: spun asta pentru că echipele de aici au fost cele care au popularizat roboții umanoizi prin videoclipuri virale pe *YouTube* în care aceștia aleargă, dansează, fac salturi înainte și înapoi și chiar *parkour* [35].

Ei bine, cel mai cunoscut produs al lor, robotul *Spot* – un patruped galben asemănător unui câine, este utilizat pe scară largă atât în industrie, cât și în cercetare. De curând compania a devenit parteneră celor de la *Meta/Facebook* în ideea de a învăța roboții să colaboreze cu oamenii pentru a îndeplini diverse sarcini casnice [36] (apropo, *Spot* a fost folosit pentru cele mai multe dintre demonstrațiile de pe *YouTube*).

Spot este deja utilizat pentru inspecții de rutină în fabrici și rafinării, cartografierea zonelor periculoase, sau chiar în patrulă de supraveghere / menținere a securității, fiind apreciat pentru autonomia și fiabilitatea lui. El parcurge autonom trasee predefinite, evită obstacole și chiar folosește lifturi, în timp ce transportă sarcini precum camere de luat vederi, senzori și alte echipamente. Știu, aici ne-am putea întreba dacă există posibilitatea ca aceste echipamente să fie de fapt arme... *Boston Dynamics* este foarte fermă din acest punct de vedere și spune că nu îl vor echipa niciodată pe *Spot* cu armament și că se vor concentra exclusiv pe aplicații civile.

Proiecte open-source și tendințe în industrie

Desigur, trebuie amintite aici și proiectele *open-source* și tendințele din industrie, deoarece una dintre cele mai mari și mai interesante direcții care modelează robotica în prezent este mișcarea *open-source*.

Sisteme de operare dedicate roboților

În trecut, dezvoltarea unui pachet *software* complet pentru realizarea unui robot de la zero era extrem de costisitoare și consumatoare de timp, ceea ce făcea aproape imposibil ca o echipă mică să creeze ceva nou. Astăzi însă, lucrurile stau diferit. Dezvoltatorii au acces la *framework*-uri *open-source* robuste, precum și la biblioteci de module care accelerează considerabil inovația.

Un element de referință în acest domeniu este ROS (*Robot Operating System*), un *middleware open-source* care a devenit un fel de standard *de facto* în robotică [37]. ROS oferă o colecție de drivere, algoritmi și unelte, astfel încât cercetătorii și companiile să nu fie nevoiți să reinventeze roata pentru funcționalități de bază precum integrarea senzorilor, cartografierea și planificarea mișcărilor.

Prin faptul că este *open-source* și permite comunității să construiască pe baza lui, ROS ajută inovatorii să se concentreze pe dezvoltarea de noi tehnologii, în loc să piardă timp replicând soluții deja existente.

Potrivit unei analize de piață făcută de *Statista* [38], la începutul anului 2025, aproximativ 13,5 milioane de unități robotice dezvoltate la nivel global conțin cel puțin o parte din codul ROS. De-a lungul timpului, ROS a evoluat în ROS 2, optimizat pentru performanță îmbunătățită în medii industriale. Mari companii tehnologice precum *Microsoft*, *Amazon* și *Nvidia* sprijină activ ROS, contribuind la dezvoltarea sa continuă.

Proiecte open-source hardware

Dincolo de *software*, există și inițiative *open-source* în domeniul *hardware* cu impact major. De exemplu, *Open Dynamic Robot Initiative (ODRI)* [39] este un proiect colaborativ între cercetători care a lansat *design*-uri pentru un robot patruped cu cost redus, numit *Solo*. Modelele *Solo 8* și *Solo 12* pot fi construite din componente standard și piese printate 3D, iar schemele și codul sunt publicate gratuit [39].

Acest lucru permite laboratoarelor universitare și chiar pasionaților de robotică cu buget redus să experimenteze o tehnologie care anterior necesita investiții extrem de mari.

Așa cum se poate observa, robotica progresează rapid în toate domeniile – roboții sunt utilizați în gospodării și în producție, au aplicații comerciale și în securitate și sunt folosiți în scopuri militare.

Vedem numeroase proiecte *open-source*, inclusiv proiectele *Isaac GR00T N1* de la *Nvidia* și *Partner al Meta* de care am amintit, care explorează colaborarea om-robot pentru sarcini complexe [40]. În același timp, există o suprapunere tot mai mare între modelele de inteligență artificială LLMs și robotică.

LLM-urile au făcut roboții mai inteligenți, capabili să răspundă mai bine la comenzi, să planifice sarcini și să funcționeze autonom, iar anul 2025 pare să fie anul în care această tehnologie va începe să fie disponibilă pe scară largă. Vom vedea tot mai mulți roboți muncind în fabrici și depozite și s-ar putea chiar să înceapă să apară și în casele noastre cât de curând. Sigur, încă nu a devenit un fenomen comun (așa cum este cazul autoturismelor), dar apar din ce în ce mai des în clipuri de pe rețelele sociale, și ne putem aștepta să apară și pe străzi cât de curând.

Totuși, persistența provocărilor legate de furnizarea continuă a energiei rămâne un subiect major de interes științific și tehnologic. Prezența roboților, care se adaugă cererii deja crescânde de energie la nivelul societății, capătă o importanță și mai mare în contextul dezvoltării accelerate a industriei *Electric Vehicles (EVs)*. Conform concluziilor formulate într-un articol publicat în 2022, producția de energie electrică la nivel global se situează încă mult sub nivelul de consum potențial al sectorului

auto (pentru a-l aminti doar pe acesta), în ipoteza în care toate mașinile existente ar deveni electrice [41].

De asemenea, o altă sursă de îngrijorare este posibilitatea ca acești roboți să se comporte, în realitate, drept „agenți inactivi” care, la o comandă specifică, ar putea transmite date cartografice referitoare la structura locuințelor noastre și informații despre obiceiurile noastre de consum către entități cu care, în mod obișnuit, nu am dori să partajăm astfel de date.

References

- [1] American Society for Public Administration (ASPA), „ASPA's 2025 Annual Conference,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://aspanet.org/Conference2025/Conference2025/Home.aspx>. [Accesat 10 04 2025].
- [2] Forbes, „Where AI Meets The Physical World: The Rise Of Humanoid Robots,” 30 12 2024. [Interactiv]. Available: <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2024/12/30/where-ai-meets-the-physical-world-the-rise-of-humanoid-robots/>. [Accesat 20 03 2025].
- [3] J. Huang, *NVIDIA GTC 2025 LIVE: CEO Jensen Huang delivers keynote address*, San Jose, California: Associated Press YouTube channel, 2025.
- [4] Goldman Sachs, „The global market for humanoid robots could reach \$38 billion by 2035,” 24 02 2024. [Interactiv]. Available: <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/the-global-market-for-robots-could-reach-38-billion-by-2035>. [Accesat 20 03 2025].
- [5] Nvidia, „NVIDIA Announces Isaac GR00T N1 — the World's First Open Humanoid Robot Foundation Model — and Simulation Frameworks to Speed Robot Development,” 18 03 2025. [Interactiv]. Available: <https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-isaac-gr00t-n1-open-humanoid-robot-foundation-model-simulation-frameworks>. [Accesat 19 03 2025].
- [6] Business Insider, „Disney is getting into the next-gen robot game and it's kind of cute,” 20 03 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.businessinsider.com/disney-next-gen-robots-bdx-droid-blue-nvidia-google-deepmind-2025-3>. [Accesat 20 03 2025].
- [7] Tesla, „Optimus Navigating Around | Tesla YouTube channel,” 18 10 2024. [Interactiv]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=DrNcXgoFv20&ab_channel=Tesla. [Accesat 20 03 2025].
- [8] Fortune, „Elon Musk reveals massive plans for Tesla and Optimus—'Things are really going to go ballistic next year',” 30 01 2025. [Interactiv]. Available: <https://fortune.com/2025/01/30/elon-musk-reveals-massive-plans-tesla-optimus-self-driving-cars-humanoid-robots/>. [Accesat 20 03 2025].
- [9] Euro Weekly, „Tesla will produce 'army of robots' called Optimus by 2027,” 16 01 2025. [Interactiv]. Available: <https://euroweeklynews.com/2025/01/16/tesla-will-produce-army-of-robots-called-optimus-by-2027/>. [Accesat 20 03 2025].
- [10] Tesla YouTube channel, *Tesla*, YouTube.
- [11] DIY Tesla Repair, „Optimus robot serving drinks at the robotaxi event,” 10 10 2024. [Interactiv]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=agrfdLcE8qc&ab_channel=DIYTeslaRepair. [Accesat 20 03 2025].
- [12] Medium, „Elon Musk's 'More Robots Than Humans' Dream Needs an Urgent Wake-Up Call,” 24 10 2024. [Interactiv]. Available: <https://medium.com/limitless-investor/elon-musks-more-robots-than-humans-dream-needs-an-urgent-wake-up-call-a71491540bb9>. [Accesat 20 03 2025].
- [13] Figure AI, „Figure is the first-of-its-kind AI robotics company bringing a general,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.figure.ai/>. [Accesat 20 03 2025].
- [14] CNBS, „Humanoid robot startup Figure AI valued at \$2.6 billion as Bezos, OpenAI, Nvidia join funding,” 29 02 2024. [Interactiv]. Available: [https://www.cnbc.com/2024/02/29/robot-startup-figure-valued-at-2point6-billion-by-bezos-amazon-nvidia.html#:~:text=Humanoid%20robot%20startup%20Figure%20AI,Bezos%2C%20OpenAI%2C%20Nvidia%20join%20funding&text=Figure%20AI%20raised%20%24675%20million,is%20in](https://www.cnbc.com/2024/02/29/robot-startup-figure-valued-at-2point6-billion-by-bezos-amazon-nvidia.html#:~:text=Humanoid%20robot%20startup%20Figure%20AI,Bezos%2C%20OpenAI%2C%20Nvidia%20join%20funding&text=Figure%20AI%20raised%20%24675%20million,is%20in.). [Accesat 20 03 2025].
- [15] Bloomberg UK, „Bezos, Nvidia Join OpenAI in Funding Humanoid Robot Startup,” 23 02 2024. [Interactiv]. Available: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-02-23/bezos-nvidia-join-openai-microsoft-in-funding-humanoid-robot-startup-figure-ai>. [Accesat 20 03 2025].
- [16] IoT World Today, „Microsoft, Open AI to Invest \$500M in Humanoid Robot Startup,” 05 02 2024. [Interactiv]. Available: <https://www.iotworldtoday.com/robotics/microsoft-open-ai-to-invest-500m-in-humanoid-robot-startup#close-modal>. [Accesat 20 03 2025].
- [17] AI Insider, „Figure AI in Talks to Secure \$1.5B, Valuing Robotics Startup at \$39.5B,” 17 02 2025. [Interactiv]. Available: <https://theaiinsider.tech/2025/02/17/figure-ai-in-talks-to-secure-1-5b-valuing-robotics-startup-at-39-5b/#:~:text=Figure%20AI%2C%20a%20leading%20robotics,sources%20familiar%20with%20the%20matter..> [Accesat 20 03 2025].
- [18] Forbes, „Business Tech News: OpenAI Is Now Building Robots,” 19 01 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.forbes.com/sites/quickerbetteartech/2025/01/19/business-tech-news-openai-is-now-building-robots/>. [Accesat 20 03 2025].
- [19] B. Adcock, *Few additional thoughts.*, Twitter/X, 2025.
- [20] Forbes, „OpenAI Is Rebooting Its Robotics Team,” 30 05 2024. [Interactiv]. Available: <https://www.forbes.com/sites/kenrickcai/2024/05/30/openai-robotics-team/>. [Accesat 20 03 2025].
- [21] Agility Robotics, „Meet Digit, the world's first commercially deployed humanoid robot,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.agilityrobotics.com/>. [Accesat 20 03 2025].

- [22] Agility Robotics, „Welcome to RoboFab,” 2023. [Interactiv]. Available: <https://www.agilityrobotics.com/about/robofab>. [Accesat 20 03 2025].
- [23] 1X Technologies, „1X Raises \$23.5M in Series A2 Funding led by OpenAI,” 23 05 2023. [Interactiv]. Available: <https://www.1x.tech/discover/1x-raises-23-5m-in-series-a2-funding-led-by-open-ai>. [Accesat 20 03 2025].
- [24] Valinor, „1X,” 2023. [Interactiv]. Available: <https://valinor.no/en/investments/halodi-robotics/?cn-reloaded=1>. [Accesat 20 03 2025].
- [25] 1X Technologies, „Neo Gamma,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.1x.tech/neo>. [Accesat 25 03 2025].
- [26] P. Slade, M. Kochenderfer, S. Delp și S. Collins, „Personalizing exoskeleton assistance while walking in the real world,” *Nature*, vol. 610, pp. 277-282, 2022.
- [27] A. Clark, *Natural-Born Cyborgs: Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence*, New York: Oxford University Press, 2003.
- [28] C. Vrabie, *AI de la idee la implementare. Traseul sinuos al Inteligenței Artificiale către maturitate. [AI from idea to implementation. The winding path of Artificial Intelligence to maturity]*, Bucharest: Pro Universitaria, 2024.
- [29] Market Research Intellect, „Quadruped Robot Market Size By Product, By Application, By Geography, Competitive Landscape And Forecast,” 03 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.marketresearchintellect.com/product/global-quadruped-robot-market-size-and-forecast/>. [Accesat 15 03 2025].
- [30] The Chosun, „S. Korea enters era of consistent workforce decline,” 24 02 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.chosun.com/english/national-en/2025/02/24/BIHKI4PZAFADRH4JUEZ3OLFT2Q/>. [Accesat 15 03 2025].
- [31] Institute for Security & Development Policy, „The Demographic Deficit: National Security Challenges for Japan and South Korea,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.isdp.eu/the-demographic-deficit-national-security-challenges-for-japan-and-south-korea/>. [Accesat 15 03 2025].
- [32] International Federation of Robotics (IFR), „About World Robotics,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://ifr.org/about-world-robotics/>. [Accesat 15 03 2025].
- [33] Unitree Robotics, „Unitree Robotics,” [Interactiv]. Available: <https://www.unitree.com/>. [Accesat 22 03 2025].
- [34] Consumer Electronics Show (CES), „Consumer Electronics Show 2025,” 06 01 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.ces.tech/>. [Accesat 15 03 2025].
- [35] Boston Dynamics, „Boston Dynamics YouTube Channel,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.youtube.com/@BostonDynamics>. [Accesat 22 03 2025].
- [36] Boston Dynamics, „Meta: Advanced AI Research,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://bostondynamics.com/case-studies/advanced-ai-adding-capabilities-to-spot-through-research/>. [Accesat 15 03 2025].
- [37] Open Robotics, „ROS (Robot Operating System),” [Interactiv]. Available: <https://www.ros.org/>. [Accesat 12 04 2025].
- [38] Statista, „ROS-based robot market volume worldwide between 2018 and 2024,” 21 02 2025. [Interactiv]. Available: <https://www.statista.com/statistics/1084823/global-ros-based-robot-market-volume/>. [Accesat 15 03 2025].
- [39] ODRI, „Open Dynamic Robot Initiative,” 2025. [Interactiv]. Available: <https://open-dynamic-robot-initiative.github.io/https://open-dynamic-robot-initiative.github.io/>. [Accesat 10 04 2025].
- [40] Meta, „PARTNR: A Benchmark for Planning and Reasoning in Embodied Multi-agent Tasks,” 21 10 2024. [Interactiv]. Available: <https://ai.meta.com/research/publications/partnr-a-benchmark-for-planning-and-reasoning-in-embodied-multi-agent-tasks/>. [Accesat 15 03 2025].
- [41] C. Vrabie, „Electric Vehicles Optimism versus the Energy Market Reality,” *Sustainability*, vol. 14, nr. 9, 2022.
- [42] C. Vrabie, „E-Government 3.0: An AI Model to Use for Enhanced Local Democracies,” *Sustainability*, 2023.
- [43] C. Vrabie, „Inteligența Artificială și Premiul Nobel în Fizică (2024),” *All in on Tech (AIoT)*, vol. 1, nr. 1, 2025.
- [44] C. Vrabie, „Superinteligența—una dintre cele mai mari provocări tehnice ale momentului,” *All in on Tech (AIoT)*, vol. 1, 2025.
- [45] B. Adcock, *decision to leave our Collaboration Agreement with OpenAI*, Twitter/X, 2025.
- [46] C. Vrabie, „Improving Municipal Responsiveness Through AI-powered Image Analysis in E-Government,” *Public Policy and Administration*, vol. 24, nr. 1, pp. 9-23, 2025.