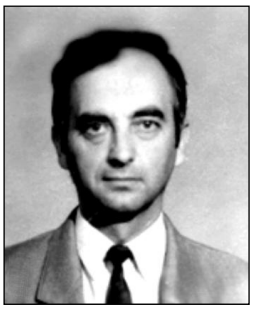
ACTUALITĂȚI ŞI PERSPECTIVE ÎN ROBOTICA SERVICIILOR

Prof. dr. ing. Ionel STAREȚU
Universitatea „Transilvania" din Braşov



Este absolvent al Facultății TCM a Universității „Transilvania" din Braşov (1983). A obținut titlul de doctor inginer în specializarea roboți industriali în 1995. Specializări în: tribologie (Universitatea „Transilvania" – 1990); robotique et productique (*INSTN* din Saclay, Franța – 1992/1993); managementul organizației (IAI şi Universitatea „Transilvania" – 1999/2000); managementul calității (2003) şi auditul calității (2004) la Universitatea „Transilvania". Din 2003 este *expert tehnic extrajudiciar şi consultant* certificat de CERTEXPERT Bucureşti şi A.E.X.E.A. Paris. Activează din 1985 la Catedra de *design de produs şi robotică* de la Universitatea „Transilvania". A publicat: 4 cărți, 5 lucrări didactice şi peste 100 de articole ştiințifice în țară şi în străinătate. Este autor sau coautor la 11 brevete de invenție. A contribuit la rezolvarea a peste 24 granturi de cercetare ştiințifică naționale şi internaționale (la patru, ca director de proiect). Este preşedintele Filialei Braşov a Societății Române de Robotică, vicepreşedinte al Filialei AGIR Braşov, membru ARoTMM şi expert în robotică al Societății Academice din România. Este conducător de doctorat în domeniul *ingineriei industriale–robotică*.

REZUMAT

Lucrarea prezintă principalele categorii de roboți de serviciu: roboți pentru utilizări profesionale (robots for professional use) şi roboți pentru utilizări personale (robots for personal use). Sunt evidențiate principalele tipuri din fiecare categorie, iar pentru unii din aceşti roboți sunt date exemple sugestive. *Roboții pentru utilizări profesionale* includ: roboții pentru subdomeniile roboticii serviciilor, roboții pentru curățenie profesionistă, sistemele robot de inspecție, roboții pentru construcții sau demolări, sistemele robot logistice, roboții medicali, roboții de apărare, risc mare şi securitate, roboții subacvatici, roboții de laborator, roboții pentru spațiu relațiilor publice şi roboții cu destinații speciale. *Roboții pentru utilizări personale* includ: roboții pentru sarcini domestice, roboții pentru divertisment şi petrecerea timpului liber, roboții pentru asistare persoane cu handicap, roboții pentru transportul persoanelor şi roboții pentru securitatea şi supravegherea locuinței. Pentru fiecare categorie sunt date valori privind numărul şi contravaloarea acestora din prezent şi de la sfârşitul anului 2008.

ABSTRACT

The paper presents the main categories of service robots: service robots for professional use and service robots for personal/domestic use. The main types of these robots from each category are specified and for one of them suggestive variants are shown. The service robots for professional use include: robots for field robotics, robots for professional cleaning, inspection robot systems, robots for construction and demolition, logistic system robots, medical robots, defense, rescue& security robotic applications, underwater robots systems, laboratory robots, public relation robots and special purpose robots. The service robots for personal use include: robots for domestic tasks, entertainment and leisure robots, handicap assistance robots, personal transportation robots and home security & surveillance robots. For each category the quantitative and value data are shown for present and for the end of 2008 too.

1. INTRODUCERE

Robotica, în calitate de ştiință teoretică şi aplicativă, complexă şi interdisciplinară, din perspectiva aplicațiilor, se împarte în *robotica industrială* şi *robotica serviciilor*.

Dacă *robotica industrială* este un domeniu deja bine statuat, iar aplicațiile roboților industiali, în general, şi-au găsit o delimitare clară în rândul aplicațiilor industriale şi în viitorul apropiat nu se întrevăd evoluții spectaculoase, *robotica serviciilor* este în plină afirmare şi identificare de noi aplicații. În această lucrare se vor prezenta principalele domenii ale aplicării roboticii serviciilor, respectiv, vor fi evidențiate principalele tipuri de roboți de serviciu, iar pe baza unor date statistice vor fi evidențiate tendințele din acest domeniu [1, 2, 3, 4].

2. PRINCIPALELE APLICAȚII ALE ROBOȚILOR DE SERVICIU

Dacă pentru robotica industrială elementul reprezentativ este robotul industrial, robotica serviciilor,

pe lângă robotul de serviciu propriu-zis, cuprinde toate dispozitivele, echipamentele şi tehnologiile robotice care nu au aplicaţii industriale. Din perspectivă istorică, roboţii de serviciu au început să fie dezvoltaţi de o manieră semnificativă la sfârşitul anilor ’80, ai secolului trecut, iar principalele tipuri de roboţi de serviciu, în ordinea aproximativă a apariţiei, evidenţiaţi în figura 1, sunt: roboţii de reabilitare şi asistenţa persoanelor cu handicap, roboţii de serviciu pentru aplicaţii profesionale, roboţii umanoizi, roboţii personali (roboţi asistenţi în mediu casnic); roboţii domestici, roboţii pentru divertisment şi petrecerea timpului liber, roboţii manufacturieri (nu în sensul roboţilor industriali). În această figură prin semnul * sunt marcate perioadele în care au fost lansate tipurile reprezentative pentru clasele semnificative de roboţi de serviciu. Evident că roboţii industriali îşi menţin prezenţa pe toată perioada analizată (banda de jos din fig. 1) [5].

Din perspectiva aplicaţiilor, roboţii de serviciu se pot împărţi în trei mari categorii: roboţii de serviciu pentru aplicaţii profesionale – service robots for professional applications – roboţii de serviciu pentru utilizări personale – domestic robots – şi roboţii pentru cercetare-dezvoltare.

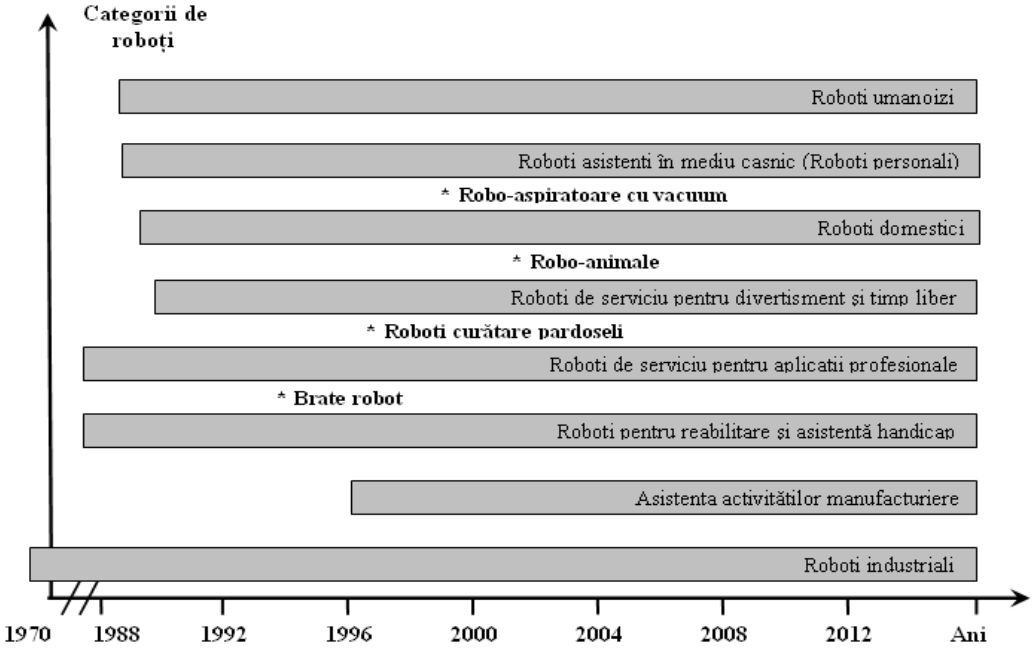


Fig. 1. Tipuri reprezentative de roboţi de serviciu.

2.1. Roboţi de serviciu pentru aplicaţii profesionale

Categorii de aplicaţii şi variante principale. Din perspectiva aplicaţiilor profesionale există mai multe categorii, fiecare cuprinzând mai multe variante distincte de roboţi de serviciu. În continuare, cu trimitere la tabelul 1, pentru fiecare categorie sunt precizate principalele variante de roboţi, recunoscute până în prezent, iar pentru anumite tipuri este arătată câte o variantă reprezentativă.

Ariile majore ale roboticii serviciilor cuprind: roboţi agricoli, roboţi zootehnici (mulgători), roboţi forestieri, roboţi minieri şi roboţi spaţiali.

Curăţenia profesională cuprinde: roboţi pentru curăţat pardoseli (fig. 2), roboţi pentru curăţat ferestre şi pereţi, roboţi căţărători (fig. 3), roboţi de curăţat piscine (fig. 4), roboţi pentu alte tipuri de curăţenie (pentru rezervoare – fig. 5, pentru vapoare, bărci, trenuri, avioane).

Sistemele de inspecţie cuprind: roboţii de inspectat canale, rezervoare, conducte şi tuburi, roboţii pentru inspectat instalaţii tehnice de putere, pentru incinte nucleare (fig. 6) şi pentru poduri.

Construcţiile şi demolările cuprind: roboţii de demolare şi dezafectare a complexelor de locuinţe (fig. 7), chimice, militare etc. şi roboţii de construcţii care, la rândul lor, pot fi clasificaţi în: roboţi de construcţii propriu-zişi (pentru clădiri), roboţi pentru construirea drumurilor, roboţi de perforat şi roboţi pentru operaţii de întreţinere a construcţiilor în derulare.



Fig. 2. Robot de curățat podele.

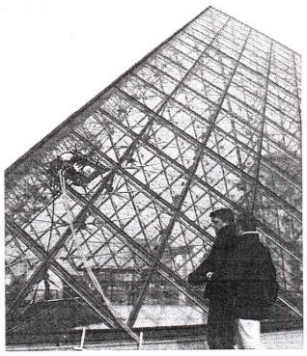


Fig. 3. Robot cățărător.

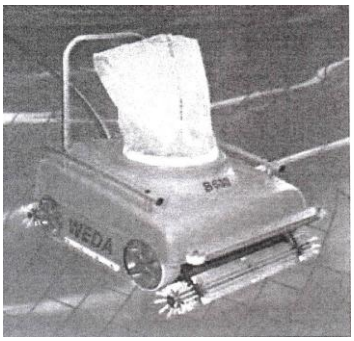


Fig. 4. Robot de curățat piscine.

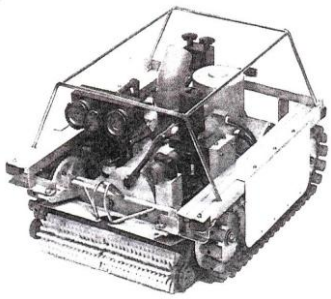


Fig. 5. Robot de curățat rezervoare.

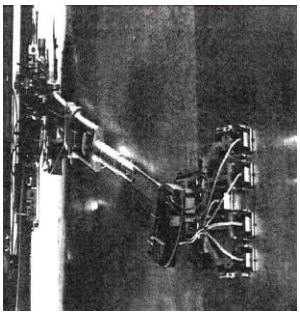


Fig. 6. Robot de inspecții incinte nucleare.



Fig. 7. Robot de demolare.

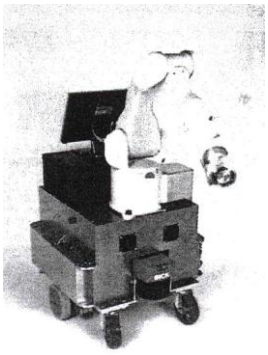


Fig. 8. Robot logistic.

Sistemele logistice cuprind: roboții şi sistemele robotice din clădirile de birouri (fig. 8) şi spitale (fig. 9) utilizate pentru: transmitere documente, distribuirea corespondenței, colectarea gunoiului etc.

Robotica medicală cuprinde: roboții de diagnostic, roboții folosiți la diverse terapii, inclusiv operații chirurgicale, şi roboții pentru asistarea pacienților

Aplicațiile robotice de apărare, cu mare risc şi de securitate includ: roboții de deminare, roboții penru stingerea incendiilor şi roboții pirotehnici utilizați în domeniul public, roboții de supraveghere şi recunoaştere militară terestră (fig 10) şi aeriană (fig. 11).

Sistemele robotice subacvatice cuprind: roboții subacvatici de inspecție şi recunoaştere, de intervenție (fig. 12) şi de salvare.



Fig. 9. Robot logistic medical.

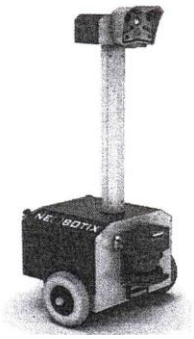


Fig. 10. Robot de supraveghere.



Fig. 11. Robot de supraveghere aeriană.

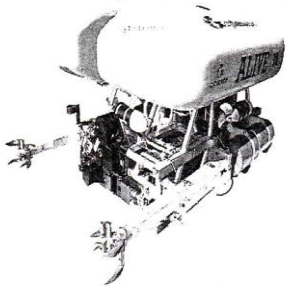


Fig. 12. Robot subacvatic.

Robotica laboratoarelor cuprinde toate tipurile de roboți utilizați în laboratoare, în afara celor destinați special pentru cercetare şi dezvoltare.

Spațiul public cuprinde: roboți utilizați în hoteluri şi restaurante, roboți ghid (fig. 13) şi roboți de marketing (fig. 14).

Alimentarea cu combustibil cuprinde variantele roboților destinați alimentării automate cu combustibil, în special pentru autobuze şi taxiuri (fig. 15).

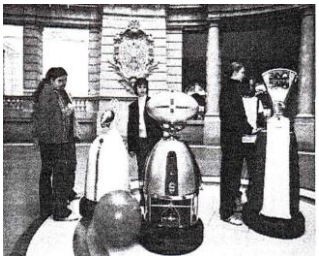


Fig. 13. Roboți ghizi.

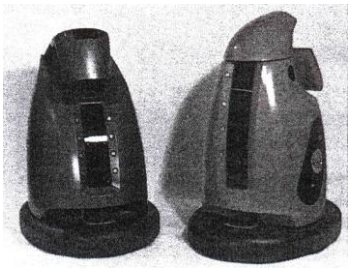
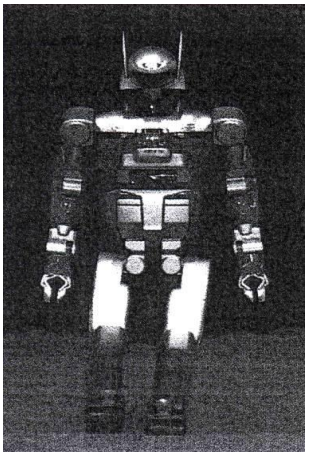


Fig. 14. Roboți de marketing.



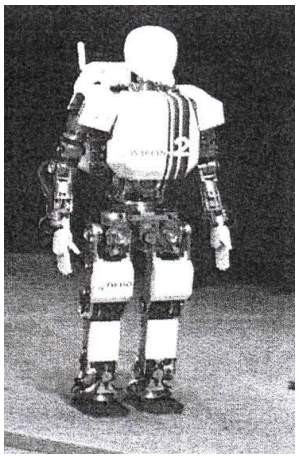
Fig. 15. Robot de alimentare.



a



b



c

Fig. 16. Roboți umanoizi.

Robotica umanoidă cuprinde tipurile de roboți umanoizi, în prezent în dezvoltare, chiar explozivă (fig. 16).

Platformele robot cuprind diferitele tipuri de platforme robot, în special platforme mobile, realizate în concepție modulară, cu dotări în funcție de solicitări, care deschide larg posibilitatea realizării robotului de serviciu corespunzător aplicației respective (evident că platforma poate fi echipată cu diverse alte echipamente: brațe robot, prehensoare, sisteme audio, sisteme video, senzori, sisteme de inspectie etc.).

2.2. Roboți de serviciu personali / domestici

Aplicații şi tipuri principale. În privința acestui tip de roboți, mai întâi trebuie precizat că delimitarea în clase distincte, cu particularități clare constructive şi funcționale, este încă în curs.

Într-o primă fază, introducerea roboților în gospodărie a vizat degrevarea persoanelor de muncile casnice de rutină, cum este curățenia şi astfel s-au dezvoltat roboții de curățenie cu vacuum, denumiți şi roboți domestici, practic aspiratoare avansate, însă, nu cu mult peste alte echipamente clasic domestice cum sunt: frigiderele, maşinile de spălat etc. Mai târziu, cu un uşor decalaj, în paralel, din cu totul alte motive, au apărut şi s-au dezvoltat, la un moment dat chiar exploziv, roboții „jucărie", foarte bine exemplificați de robotul „AIBO", ca şi diverse variante de roboți destinați în general petrecerii timpului liber. De asemenea, în paralel cu aceste două tipuri, dar din alte cauze, s-au dezvoltat roboții de asistență la domiciliu a persoanelor cu handicap [1, 2, 3, 4].

Ca urmare, în prezent sunt recunoscute următoarele categorii de aplicații pentru roboții personali/domestici/ casnici: sarcini domestice/casnice, în general, divertisment şi petrecerea timpului liber, asistența persoanelor cu handicap, transportul persoanelor şi securitatea şi supravegherea locuințelor.

Principalele tipuri de roboți pentru aceste categorii de aplicații sunt:

– ***pentru sarcini domestice***: roboți de curățenie cu vacuum (aspiratoare robot), roboți de tuns peluze (fig. 17), roboți de curățat piscine şi roboți de curățat ferestrele;
– ***pentru divertisment şi petrecerea timpului liber***: roboții jucărie (celebrul AIBO, fig. 18), sistemele robot pentru petrecerea timpului liber (fig. 19), respectiv, pentru diverse hobby-uri, şi roboții de educație şi instruire;



Fig. 17. Robo-aspirator.



Fig. 18. AIBO.

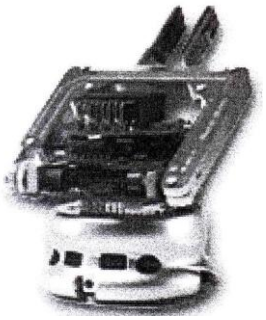


Fig. 19. Robot pentru timpul liber.

– ***pentru asistența persoanelor cu handicap***: roboto-scaune cu rotile (fig. 20), roboți asistenți la domiciliu (fig. 21, *a* şi *b*), roboți pentru reabilitare personală la domiciliu;

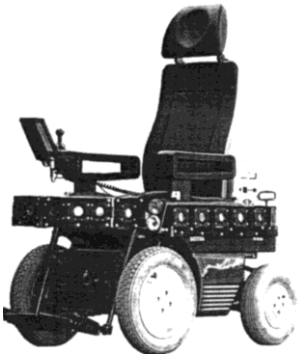
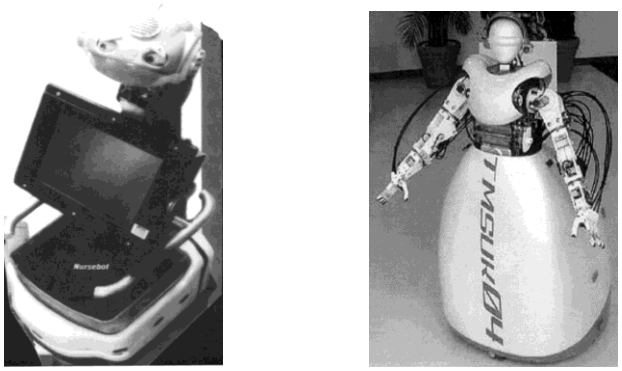


Fig. 20. Roboto-scaun rulant.

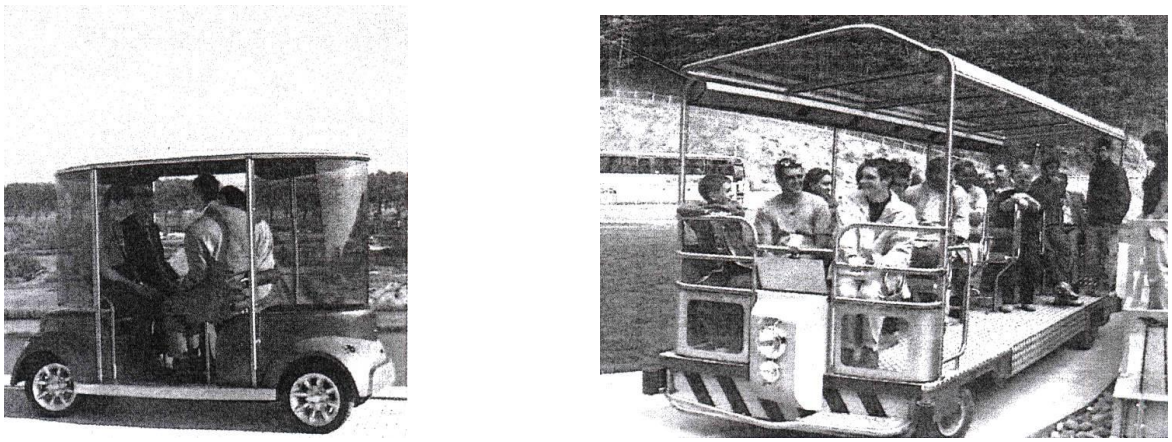


a b

Fig. 21. Roboți asistenți la domiciliu.

– ***pentru transportul persoanelor***: roboți sau sisteme robotice de transportat persoane în incinta parcurilor, zonelor industriale, în campusuri, centre citadine istorice, perimetrele expozițiilor(fig. 22, *a* şi *b*), stații de tren şi aeroporturi;

– ***pentru securitatea şi supravegherea locuinței***: roboți mobili de supraveghere, roboți mobili cu abilități în sesizarea şi identificarea persoanelor.



a b

Fig. 22. Roboto-transportoare de persoane.

Din cele prezentate anterior este evident că există anumite interferenţe între diversele tipuri de roboţi, astfel: între roboţii jucărie şi cei pentru petrecerea timpului liber, robotoaspiratoare mai evoluate, dotate cu sisteme de supraveghere şi roboţii pentru siguranţa şi supravegherea locuinţei etc.

Concomitent se conturează clar un tip de robot personal/domestic/ casnic multifuncţional care să poată efectua funcţii care astăzi sunt îndeplinite de tipuri distincte de roboţi. Acest robot personal/domestic multifuncţional îşi va face loc cu siguranţă în mediul casnic în viitorul apropiat şi va deveni o prezenţă la fel de familiară cum este astăzi televizorul sau microcalculatorul.

Un astfel de robot va putea efectua munci casnice de rutină(cum este curăţenia, asistenţă la prepararea mâncării, ingrijirea peluzelor etc.), gestionarea locuinţei privind componentele mobile şi cele informative, supravegherea spaţiului locuinţei cu identificarea persoanelor din perimetrul acesteia, supravegherea calităţii aerului şi funcţionării diverselor instalaţii, alarmare în caz de scurgeri de gaze toxice şi pericol de incendiu, desfăşurarea de activităţi educative şi de instruire, inclusiv asistenţa copiilor, comunicare on-line sonoră şi video cu proprietarul locuinţei când acesta este plecat. Acest tip de robot va face posibilă o integrare reală şi eficientă în mediul inteligent în care se prevede să acţioneze persoana umană nu într-un viitor foarte îndepărtat. Evident că acest tip de robot la prima vedere foarte complex deci şi, probabil, foarte scump nu va putea fi accesibil la nivelul utilizării comune, dar variante mai simplificate cu siguranţă că vor putea fi achiziţionate în viitor de majoritatea persoanelor, similar ca în cazul microcalculatoarelor. Acesta va fi cu siguranţă următorul produs important după microcalculator, care va pătrunde în mediul personal al omului şi va produce schimbări importante de comportament şi atitudini.

2.3. Date statistice [5]

Pentru evidenţierea concretă a stadiului actual şi tendinţelor în domeniul roboţilor de serviciu în tabelul 1 este prezentat numărul estimat al unităţilor instalate la sfârşitul anului 2004 şi estimarea numărului de unităţi instalate până la sfârşitul anului 2008, ca şi valorile corespunzătoare.

Tabelul 1

Tipuri de roboţi	Stoc la sfârşitul lui 2004	Instalări 2005–2008	Stoc la sfârşitul lui 2004	Instalări 2005–2008
1	2	3	4	5
ROBOŢI DE SERVICIU PENTRU UTILIZĂRI PROFESIONALE	Nr. de unităţi	Nr. de unităţi	Milioane $	Milioane $
Arii ale roboticii	**2290**	**1510**	**460**	**306**
– zootehnie	2230	1500	450	305
– alte tipuri	60	10	10	1
Curăţenie robotizată	**3590**	**2000**	**72**	**52**
– pentru pardosele	330	35	31	2
– pentru ferestre şi pereţi		900		24
– pentru piscine	3200	1000	29	15
– alte variante	60	65	12	11
Sisteme de inspecţie	**235**	**265**	**27**	**29**
– canale	90	165	4	8
– alte variante	145	100	23	21
Construcţii şi demolări	**3250**	**1220**	**213**	**101**
Sisteme de demolare: – incinte nucleare	80	45	22	18
– alte sisteme	3100	1110	187	74
Roboţi de construcţii: – întreţinere şi construcţii	70	65	3	9
Sisteme logistice	**270**	**790**	**16**	**51**
Roboţi medicali	**2800**	**2000**	**501**	**670**
– roboţi asistenţi pentru terapii	2800	2000	501	670
Apărare, aplicaţii pentru securitate şi zone de risc	**1180**	**5625**	**97**	**461**
– roboţi de deminare	40	50	4	15
– roboţi pirotehnici şi pentru incendii	440	390	40	106
– roboţi de supraveghere/securitate	630	2685	30	80
– vehicule de descurajare	70	2500	23	260

Tabelul 1 (continuare)

1	2	3	4	5
Sisteme subacvatice	**5320**	**2190**	**2117**	**1257**
Platforme mobile	**2660**	**5760**	**28**	**41**
Roboţi de laboratoare	**3460**	**3155**	**38**	**73**
Roboţi pentru spaţii publice	**20**	**5**	**1**	**0**
Scopuri speciale	**55**	**30**	**10**	**2**
– roboţi de alimentare cu combustibil	55	30	10	2
Roboţi humanoizi		**24000**		**430**
Alte variante de roboţi profesionali	**10**	**1000**	**1**	**30**
Total număr de unităţi/Total valoare roboţi de serviciu cu utilizări profesionale	**25140**	**49550**	**3580**	**3503**
ROBOŢI DE SERVICIU PENTRU UTILIZĂRI PERSONALE				
Roboţi domestici	**1152000**	**4470000**	**448**	**2971**
– roboţi aspiratoare	1106000	3870000	407	1587
– roboţi cositoare	46000	200000	41	184
– pentru curăţat piscine		100000		900
– pentru curăţat ferestre		300000		300
– alte utilizări				
Roboţi de întreţinere şi petrecere a timpului liber	**919725**	**2521970**	**1483**	**4367**
– roboţi jucării	810000	2500000	1423	4350
– pentru întreţinere	80	70	4	5
– pentru hobby	2700	4300	1	2
– educaţie şi instruire	16800	17500	32	10
– alte variante	90145	100	23	0
Asistare persoane cu handicap	**325**	**750**	**2**	**19**
Transport persoane	**390**	**700**	**14**	**30**
Securitate locuinţe şi supraveghere	**140**	**5180**	**18**	**293**
Total număr de unităţi /total valoare pentru roboţii personali	**2072580**	**6998600**	**1965**	**7680**
Total număr de unităţi/ total valoare pentru roboţi de serviciu	**2097720**	**7048150**	**5545**	**11183**

Pentru evidenţierea creşterilor prevăzute pentru unele dintre principalele tipuri de roboţi de serviciu profesionali, în figura 23 este arătat numărul de unităţi la nivelul anului 2004 (cu gri) şi numărul de noi instalări pentru perioada 2005–2008 (cu negru).

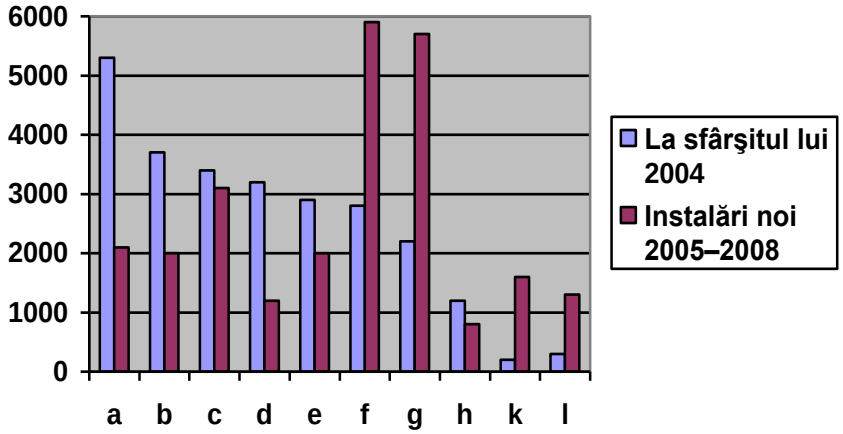


Fig. 23. Dinamica tipurilor principale de roboţi de serviciu profesionali:
pe verticală: număr de unităţi; pe orizontală: tipuri de roboţi de serviciu profesionali: *a* – subacvatici; *b* – de curatenie; *c* – de laborator; *d* – de construcţie/demolări; *e* – medicali; *f* – platforme robot mobile; *g* – pentru ariile roboticii serviciilor; *h* – aparare-securitate; *k* – logistici; *l* – alte tipuri.

În figura 24 sunt evidenţiate fondurile investite până la nivelul anului 2004, inclusiv (cu gri) cele estimate a se investi în perioada 2005–2008 (cu negru). În această figură nu a fost inclusă suma pentru roboţi subacvatici, datorită limitării scalei, care pentru acest tip de roboţi, faţă de o valoare estimată în 2004 la peste 2000 milioane dolari SUA, pentru perioada 2005–2008 prevede investirea a peste 1500 milioane dolari SUA. Se mai poate sublinia că, sintetic, totalul mondial al roboţilor de serviciu pentru utilizări profesionale era la sfârşitul anului 2004 de 25 140 unităţi, fiind estimat la sfârşitul anului 2008 la aproximativ 50 000 de unităţi (deci, o creştere de 200%).

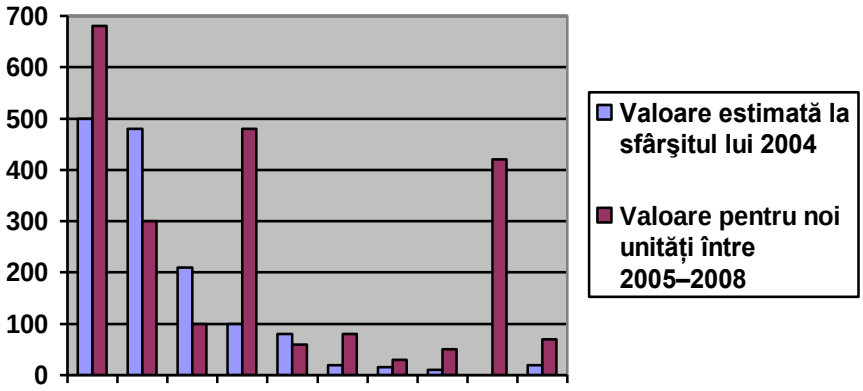


Fig. 24. Dinamica investiţiilor în roboţii de serviciu profesionali:
pe verticală: milioane $; pe orizontală: tipuri de roboţi de serviciu profesionali: *a* – medicali; *b* – pentru ariile roboticii serviciilor; *c* – construcţii/demolări; *d* – apărare/securitate; *e* – de curăţenie; *f* – de laborator; *g* – platforme robot mobile; *h* – logistici; *k* – umanoizi; *l* – alte tipuri.

În ceea ce priveşte valoarea pieţei pentru aceşti roboţi, la sfârşitul anului 2008, aceasta va fi de aproximativ 2,35 miliarde dolari SUA.

Valorile numerice prevăzute pentru câteva tipuri principale de roboţi personali/domestici rezultă din figura 25 (cu gri, pentru 2004, cu negru, prevăzute între 2005 şi 2008), iar din figura 26 rezultă fondurile investite la nivelul anului 2004 (cu gri) şi estimate a fi investite în perioada 2005–2008 (cu negru). Merită evidenţiat că suma estimată a fi investită în total pentru roboţii personali între 2005 şi 2008 este aproximativ de 8 mld. $ SUA, o sumă considerabilă, având în vedere că întreaga piaţă a roboticii industriale a fost estimată în 2004 la 15 mld. $ SUA.

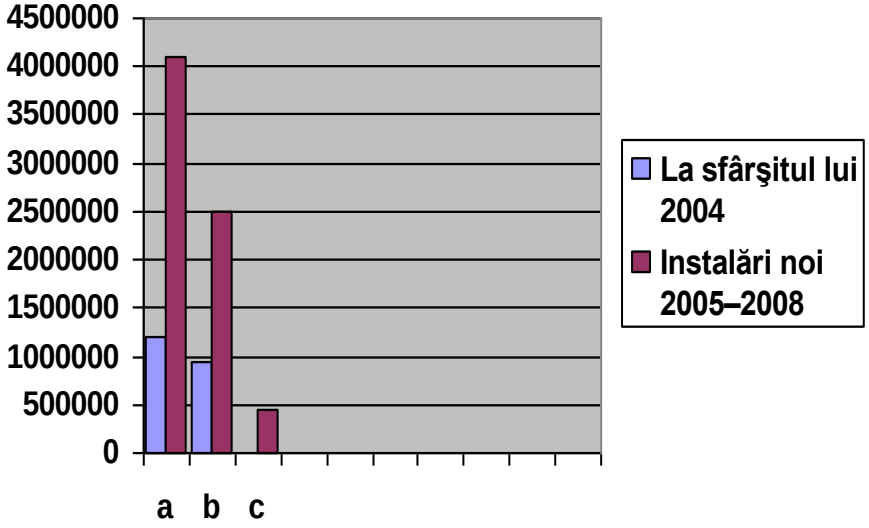


Fig. 25. Dinamica unor categorii principale de roboţi personali:
pe verticală: număr de unităţi; pe orizontală: grupe principale de roboti personali: *a* – roboaspiratoare şi roboţi pentru îngrijit peluze; *b* – roboţi pentru divertisment şi petrecerea timpului liber; *c* – roboţi de curăţat ferestre şi piscine.

Se mai poate sublinia că pentru roboţii personali/ domestici (în afara celor pentru divertisment şi timp liber), se estimau la sfârşitul anului 2004 aproximativ 1 152 000 unităţi, iar pentru 2008 numărul acestora ar urma să crească cu încă 4,47 milioane, deci o creştere de peste 380%; pentru roboţii jucărie (pentru divertisment) şi pentru petrecerea timpului liber, în 2004 numărul acestora era de 920 000, iar pentru 2008 se prevede existenţa a peste 2,5 milioane noi produse, deci o creştere de peste 260%.

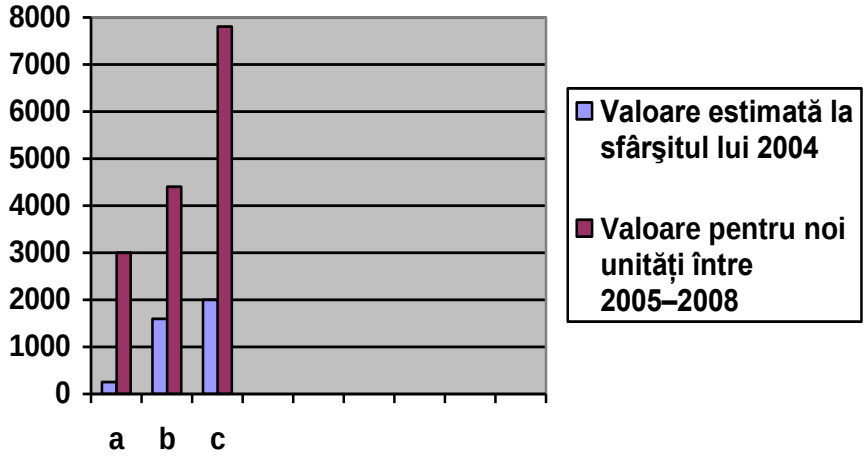


Fig. 26. Dinamica fondurilor estimate a fi folosite pentru roboţii personali: pe verticală: milioane $; pe orizontală: *a* – roboţi casnici; *b* – roboţi pentru divertisment şi petrecerea timpului liber; *c* – total roboţi cu utilizări personale.

2.4. Robotica şi roboţii de cercetare – dezvoltare

Din perspectiva roboticii serviciilor, roboţii de cercetare-dezvoltare sunt cei utilizaţi în laboratore pentru diverse activităţi, pentru care, din păcate, nu există foarte multe date cunoscute.

Pe de altă parte, este evident că dezvoltarea şi răspândirea roboţilor de serviciu depind de progresele tehnologice în general, care pot fi împărţite în: *tehnologii exterioare roboticii* şi *tehnologii, implicit cercetări, axate pe componentele specifice roboticii*.

În primul caz, principalele transferuri către robotică se poate considera că provin dinspre: *domeniile hardware şi software, electronica de divertisment, telecomunicaţii, electronica auto* etc.

În al doilea caz se au în vedere în special: *navigarea pe baza scanării cu laser, camerele video cu cost scăzut, programele deschise specifice roboţilor mobili*. Ţinând cont de aceste direcţii, s-au iniţiat şi finanţat multiple programe de cercetări.

În acest context, aplicaţiile care stau în faţa roboţilor de serviciu se pot sistematiza în trei direcţii principale:

– ***roboţi de companie*** în mediu privat şi public, destinaţi activităţilor curente din aceste medii, inclusiv cu abilităţi de a identifica, manipula şi prehensa orice fel de obiecte, care vor permite persoanelor să poată petrece mai mult timp cu o mult mai mare independenţă faţă de activităţile casnice curente;
– ***roboţi personali***, în concepţie modulară, care să se integreze în gama produselor de utilizare personală cu funcţionalitate sporită (se au în vedere interfeţe multimedia, braţe robot cu prehensoare pentru manipulare, capete expresive dotate cu senzori corespunzători şi cu voce, echipamente auxiliare pentru diverse activităţi casnice, cum ar fi aspirarea prafului) şi care să poată fi configuraţi în funcţie de preferinţele clienţilor pentru a fi capabili să acţioneze la fel de bine în case, birouri şi zone publice, care vor putea deveni, dintr-o anumită perspectivă, produse similare cu calculatoarele personale şi chiar cu telefoanele mobile din prezent, sub aspectul relaţiei om–robot;
– ***reţele robotice*** care interacţionează şi în acelaşi timp se integrează în mediu, care presupun să fie disponibile pe scară largă la preţuri scăzute module robotice ca: platforme mobile, braţe robot, prehensoare, senzori, motoare, interfeţe om-maşină şi care vor putea conduce la configurarea aşa-numitului ***mediu inteligent***.

În concordanţă cu cele de mai sus, principalele provocări care stau în faţa cercetărilor în robotică din perspectiva roboţilor de serviciu sunt:

– dezvoltarea roboţilor de asistenţă:
– trecerea de la percepţie la cognitivitate;
– dezvoltarea interacţiunii om-robot;
– dezvoltarea abilităţilor de mobilitate şi manipulare;
– integrarea între reţelele de roboţi şi mediul inteligent;
– dezvoltarea şi optimizarea proiectării mecatronice;
– dezvoltarea controlului, inclusiv prin softuri deschise;

– dezvoltarea şi amplificarea conexiunilor între realitatea virtuală şi robotica serviciilor;
– dezvoltarea unei robotici virtuale a serviciilor.

Aspectele de mai sus sunt însoțite de puternice provocări cu specific inovator, care să identifice căile de trecere de la stadiul cercetărilor de laborator la cel al producției pentru piață, în special prin crearea unor companii pilot în afara universităților şi laboratoarelor şi asigurarea unui flux constant de transfer tehnologic sub formă de cunoştințe, componente (HW/SW) şi resurse umane, de la laboratoare/universități la companii. Toate acestea vor trebui să țină cont de prevederile deja existente privind reglementarea şi standardizarea activităților de acest fel, ca şi de cele cuprinse în noi reglementări şi standarde care îşi vor dovedi necesitatea în viitor.

3. CONCLUZII

Pe baza celor prezentate succint în această lucrare, se pot formula următoarele concluzii:

- Robotica serviciilor, respectiv roboții de serviciu, reprezintă una dintre cele mai importante direcții de cercetare din robotică, cu implicații complexe interdisciplinare, pentru dezvoltarea şi perfecționarea echipamentelor, dispozitivelor şi tehnologiilor specifice comparativ cu alte sectoare de activitate.
- Gama aplicațiilor şi varietatea tipurilor de roboți de serviciu sunt în continuă diversificare.
- Cu siguranță ***robotul de serviciu personal***, respectiv ***robotul domestic***, va face parte din mediul casnic al omului într-un viitor apropiat, cu implicații economice şi sociale greu de estimat în prezent, dar cu siguranță revoluționare.
- Pentru România, în noul context european, dezvoltarea de aplicații la nivel de proiecte, simulări, inclusiv simulări virtuale şi prototipuri în domeniul roboților serviciilor are perspective certe.

BIBLIOGRAFIE

1. **Stareţu, I.** *Prezent şi perspectivă în robotică*, Buletinul AGIR, nr. 4/1997, p.34-40.
2. **Stareţu, I., Daj, I.** *Robotica serviciilor – stadiul actual şi tendinţe*, Buletinul AGIR, nr. 1-2/2004, p. 49–54.
3. **Stareţu, I.** *Elemente de robotică medicală şi protezare*, Ed. Lux Libris, Braşov, 2004.
4. **Stareţu, I., Daj, I.** *Robotica–actualităţi şi perspective*, Buletinul AGIR, nr. 4/2005, p. 2–6.
5. *** World Robotics, 2005.