

LIBRIS

We know
books



Societatea de Robotică
din România



Academia de Științe Tehnice
din România

Mircea IVĂNESCU

Ionel STAREȚU

Mircea NIȚULESCU

Nicolae JONI

ISTORIA ROBOTICII ÎN ROMÂNIA

Seria „Repere istorice”



**Editura AGIR
București, 2020**

CUPRINS

1. Introducere	23
1.1. Robotica pe plan mondial	23
1.2. Robotica în România	35
2. București	47
2.1. Institutul de Mecanica Solidelor al Academiei Romane	47
2.1.1. Repere istorice	47
2.1.2. Cercetare fundamentală	49
2.2. Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mașini-Unelte (ICSIT Titan) și întreprinderile din Centrala Industrială pentru Mașini Unelte (CIMU)	56
2.2.1. Repere istorice	56
2.2.2. Programul de manipuloare și roboți industriali	58
2.2.2.1. Manipuloare la sol (standing) destinate alimentării cu semifabricate a mașinilor agregat independente sau integrate în linii automate	58
2.2.2.2. Manipulator suspendat cu braț pantograf MS 150	61
2.2.2.3. Manipulator biomecanic	62
2.2.2.4. Manipuloare portal	64
2.2.3. Aplicații de alimentare a semifabricatelor cu manipuloare	68
2.2.4. Transportul paletizat al semifabricatelor	68
2.2.4.1. Transportor cu role antrenate	68
2.2.4.2. Module de translație	69
2.2.4.3. Palete de transport	71
2.2.4.4. Manipulator pentru palete de transport MPT 250	72
2.2.5. Roboți industriali	73
2.2.5.1. Robotul industrial în coordonate cilindrice RIC 25	74
2.2.5.2. Robotul industrial în coordonate sferice RIS 25-40E	75
2.2.5.3. Robotul industrial în coordonate sferice RIS 63	76
2.2.5.4. Robot suspendat, acționat electric, cu mobilități unghiulare, REMUS 40	77
2.2.5.5. Robotul atașabil RA 10	77
2.2.5.6. Robot pentru alimentarea cu scule	78
2.2.6. Programul de celule și sisteme flexibile de fabricație	79
2.2.6.1. Celulă flexibilă pentru strunjirea pieselor tip disc CFSD	81
2.2.6.2. Celulă flexibilă pentru piese tip ax	82
2.2.6.3. Celula flexibilă CF-SP 500 CNC/II-RP	83

2.2.6.4. Celula flexibilă pentru prelucrat piese tip disc cu SP 250 CNC.....	84
2.2.6.5. Celula flexibilă cu SV1/5 CNC	84
2.2.6.6. Celule flexibile pentru piese prismatice	85
2.2.6.7. Linie flexibilă automată pentru prelucrarea tamburilor de frână BTA-60.....	86
2.2.6.8. Celula de deformat fusurile carcasei diferențialului din industria auto PCF 340 AM-07	88
2.2.6.9. Celula de rectificat fără centre pentru prelucrarea fusurile carcaselor diferențialului din industria auto, RFC 200 CD-05	89
2.2.7. Oameni, specialiști, colective	90
2.2.8. Concluzii.....	92
2.3. Institutul de cercetare și proiectare tehnologică pentru construcții de mașini (ICTCM)	93
2.3.1. Repere istorice	93
2.3.2. Prezentarea Programului Național Robotica.....	94
2.3.3. Direcții principale ale activității de cercetare-proiectare în robotica industrială	97
2.3.4. Lucrări reprezentative în domeniul sistemelor robotizate	102
2.3.5. Brevete, premii, distincții	105
2.4. Întreprinderea Automatica S.A, Institutul de Proiectare pentru Automatizări, Institutul de Cercetări și Proiectări Electrotehnice	112
2.4.1. Roboții RIP, RIC și sistemele de conducere.....	112
2.4.2. Servomotoare pentru roboți industriali (ICPE).....	117
2.5. Universitatea Politehnica din București.....	121
2.5.1. Departamentul Teoria Mecanismelor și a Roboților din Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Universitatea Politehnica din București.....	121
2.5.1.1. Jaloane istorice	121
2.5.1.2. Activitatea de cercetare-proiectare	123
2.5.1.3. Specialiști și colective de cercetare	129
2.5.1.4. Manifestări științifice.....	131
2.5.1.5. Cărți și monografii publicate	133
2.5.1.6. Premii și distincții.....	133
2.5.2. Departamentele de automatică din Facultatea de Automatică și Calculatoare	134
2.5.2.1. Repere istorice	134
2.5.2.2. Cercetare fundamentală. Cărți	136
2.5.2.3. Cercetare fundamentală-articole științifice.....	139
2.5.2.4. Cercetare fundamentală-proiecte majore de cercetare.....	140
2.5.2.5. Aplicații: celule robotizate, linii de fabricație robotizate	143

2.5.2.6. Contracte/proiecte de cercetare științifică naționale sau internaționale	145
2.5.2.7. Învățământ universitar de robotica	148
2.5.2.8. Manifestări științifice (organizator Centrul de Cercetare și Instruire în Robotica și CIM, Universitatea Politehnica din București, coordonator prof. dr. Ing. Theodor Borangiu)	150
2.5.2.9. Distincții/ implicări în asociații profesionale din domeniul roboticii	152
2.6. Universitatea Tehnică de Construcții din București, Facultatea de Mașini și Utilaje pentru Construcții.....	153
2.6.1. Proiectarea sistemelor de transmisie mecanică ale roboților industriali.....	153
2.6.2. Proiectarea și realizarea unor modele de roboți pentru construcții...	156
2.6.3. Colective și specialiști	164
2.6.4. Articole științifice	165
2.6.5. Învățământul universitar de robotică	165
2.7. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mecatronică și Tehnica Măsurării.....	166
2.7.1. Repere istorice	166
2.7.2. Activitatea de cercetare-proiectare în robotică	166
2.7.3. Specialiști și colective de cercetare	177
2.8. Universitatea Valahia din Târgoviște	178
3. Timișoara	180
3.1. Universitatea Politehnica din Timișoara.....	181
3.1.1. Repere istorice	181
3.1.2. Cercetare științifică – contracte de cercetare	185
3.1.2.1. Contracte de cercetare-proiectare cu mediul industrial	185
3.1.2.2. Contracte de cercetare- cercetare-dezvoltare în programe naționale cu teme de robotică finanțate de Ministerul Învățământului și Științei	205
3.1.2.3. Contracte de cercetare- dezvoltare în programe naționale cu teme de robotică finanțate de Ministerul Cercetării și Tehnologiei	206
3.1.2.4. Contracte/granturi de cercetare-dezvoltare în programe naționale cu teme de robotică finanțate de CNFIS București	206
3.1.2.5. Contracte/granturi de cercetare-dezvoltare în programe naționale cu teme de robotică finanțate de CNCSIS București	206

3.1.2.6. Contracte/granturi de cercetare-dezvoltare în programe naționale cu teme de robotică finanțate de CNMP București INFOSOC	207
3.1.2.7. Contracte/granturi de cercetare-dezvoltare în programe naționale cu teme de robotică finanțate de INCDMTM București	207
3.1.2.8. Programe de cercetare-dezvoltare internaționale cu teme de robotică finanțate de uniunea europeană	207
3.1.2.9. Consorțiul “Grupul de robotică timișoara”	208
3.1.2.10. Colaborări pe plan internațional	209
3.1.3. Laboratoare de cercetare avansată	210
3.1.4. Seminarul de robotică de la Departamentul de Mecatronică și Robotică	213
3.1.5. Premii și distincții	213
3.1.6. Învățământul universitar de robotică	216
3.1.6.1. Învățământul de licență	216
3.1.6.2. Învățământul de studii aprofundate și master	218
3.2. ROBCON – companie specializată în tehnologii robotizate	218
4. Iași	222
4.1. Facultatea de Mecanică	223
4.1.1. Repere istorice	223
4.1.2. Cercetarea științifică în robotică – direcții prioritare	224
4.1.3. Cercetarea științifică – programe de doctorat	231
4.1.4. Cercetarea științifică – brevete	235
4.1.5. Cărți/manuale	235
4.1.6. Activitatea științifică – publicații	236
4.1.7. Învățământ universitar de robotică	236
4.2. Facultatea de Automatică și Calculatoare	240
4.2.1. Repere istorice	240
4.2.2. Cercetarea științifică în robotică – direcții prioritare	241
4.2.3. Activitatea științifică – publicații	244
4.2.4. Învățământul universitar de robotică	245
4.3. Facultatea de Construcții de Mașini și Management Industrial	247
4.3.1. Repere istorice	247
4.3.2. Cercetare științifică. Realizări	248
4.3.3. Perspective	253
4.4. Facultatea de Inginerie Electrică, Energetică și Informatică Aplicată	254
4.4.1. Repere istorice	254
4.4.2. Implementări educaționale, cercetări și rezultate	254
4.4.3. aplicații ale teoriei roboților seriali în bioinginerie	259
4.4.4. Învățământul universitar și cercetarea în robotică	262
4.4.5. Proiecte de cercetare cu aplicabilitate în robotică (selecție)	263

5. Cluj-Napoca	265
5.1. Repere istorice	265
5.2. Activitatea de cercetare în robotică în deceniile 80 și 90	265
5.3. Activitatea de cercetare în robotică în primele decenii ale secolului XXI	278
5.4. Învățământul universitar de robotică	289
6. Craiova	292
6.1. Repere istorice	292
6.2. Universitatea din Craiova	293
6.2.1. Facultatea de Automatică, Calculatoare și Electronică – Departamentul de Mecatronică și Robotică	293
6.2.1.1. Cercetarea științifică – teme majore de cercetare	295
6.2.1.2. Activitate publicistică – cărți	306
6.2.1.3. Manifestări științifice	308
6.2.1.4. Suport logistic	309
6.2.1.5. Învățământul universitar de robotică	317
6.2.1.6. CCMR – centrul de cercetare mecatronică și robotică	319
6.2.1.7. INCESA- infrastructură de cercetare în științe aplicate	319
6.2.1.8. Intership național	320
6.2.2. Facultatea de Mecanică	321
6.2.2.1. Cercetarea științifică	322
6.2.2.2. Activitate publicistică	329
6.3. Uzinele Ford România	332
7. Brașov	339
7.1. Repere istorice	339
7.2. Personalități ale învățământului și cercetării în robotică	340
7.3. Învățământul universitar de robotică	343
7.4. Activitate publicistică	347
7.4.1. Cărți	347
7.4.2. Articole științifice	348
7.5. Teze de doctorat	348
7.6. Cercetare/ proiectare în robotică	349
7.6.1. Centre și colective de cercetare	349
7.6.2. Infrastructura de cercetare	352
7.6.3. Aplicații: celule și linii flexibile robotizate	352
7.6.4. Contracte/proiecte de cercetare științifică naționale sau internaționale	354
7.6.5. Brevete de invenție	357
7.6.6. Inovații (selecție)	358
7.6.7. Prototipuri	359
7.7. Manifestări științifice organizate	359
7.8. Implicări în asociații profesionale din domeniul roboticii	362

8. Pitești – Uzinele Dacia-Renault	363
8.1. Repere istorice	363
8.2. Repere tehnologice: 1966-1999	366
8.3. Repere tehnologice: robotizarea , 1999-2019	367
9. Baia Mare	371
9.1. Repere istorice	371
9.2. Roboți industriali, celule flexibile de fabricație, aplicații robotizate	372
9.2.1. Prototipuri proiectate, omologate și aplicate	373
9.2.2. Invenții	374
9.2.3. Inovații	374
9.3. Personalități academice și specialiști în domeniul roboticii	376
9.4. Învățământul universitar de robotică	377
9.5. Cercetarea științifică	377
9.5.1. Granturi câștigate prin competiție	377
9.5.2. Cărți	378
9.5.3. Lucrări științifice	378
9.5.4. Manifestări științifice organizate	378
9.6. Participări la manifestări științifice în țară și în străinătate, la târguri și expoziții cu specific de robotică sau cu exponate robotice.....	379
10. Reșița	380
10.1. Repere istorice	380
10.2. Învățământul universitar de robotică	382
10.3. Cercetarea științifică	385
10.4. Manifestări științifice organizate	386
10.5. Revista “Robotica & management”	386
10.6. Implicări în asociații profesionale din domeniul roboticii	387
11. Sibiu	388
11.1. Repere istorice	388
11.2. Cercetarea științifică în robotică	389
11.3. Învățământul universitar în domeniul robotică	396
11.4. Cărți publicate în domeniul robotică	396
11.5. Roboți în mediul industrial din zona Sibiului	396
12. Suceava	398
12.1. Repere istorice	398
12.2. Învățământul universitar de robotică	398
12.3. Cercetarea științifică	401
12.4. Cărți publicate.....	408
12.5. Manifestări științifice organizate și participări internaționale	408
12.6. Concluzii.....	409

13. Oradea	410
13.1. Repere istorice	410
13.2. Cercetarea științifică în robotică	412
13.3. Lucrări științifice	415
13.4. Cărți, cursuri universitare	415
13.5. Învățământul universitar de robotică	416
13.6. Teze de doctorat în robotică	417
13.7. Specialiști și colective de cercetare	418
13.8. Întreprinderi sau companii pentru producția sau implementarea roboților sau a componentelor robotice	419
14. Societatea de Robotică din România	420
14.1. Înființarea Societății de Robotică din România – SRR	420
14.2. Sediul și conducerea operativă actuală a Societății de Robotică din România	422
14.3. Organizarea teritorială a Societății de Robotică din România și afilierea sa internațională	422
14.4. Revista Societății de Robotică din România	423
14.5. Manifestări organizate de către Societatea de Robotica din Romania	424
14.6. Statutul actual al Societății de Robotică din România (adoptat în adunarea generală din 14.12.2008)	425
Anexe	431
<i>Anexa 1. Distribuția stocului operațional de roboți pe ramuri industriale [WR]</i>	431
<i>Anexa 2</i>	433
<i>Anexa 2.1. ICTCM – premii, brevete și distincții</i>	433
<i>Anexa 2.2. Lucrări științifice (lucrări selectate). Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Departamentul de Teoria Mecanismelor și Roboților (Universitatea Politehnica din București)</i>	434
<i>Anexa 2.3. Lucrări științifice (lucrări selectate). Facultatea de Automatică și Calculatoare, Departamentele de Automatică (Universitatea Politehnica din București)</i>	437
<i>Anexa 2.4. Lucrări științifice (lucrări selectate). Facultatea de Utilaj Tehnologic pentru Construcții (Universitatea Tehnică de Construcții din București)</i>	438
<i>Anexa 2.5. Lucrări științifice (lucrări selectate). Facultatea de Inginerie Electrică, Electronică și Tehnologia Informației (Universitatea „Valahia” din Târgoviște)</i>	441
<i>Anexa 3. Universitatea Politehnică din Timișoara (lucrări selectate)</i>	443
<i>Anexa 4</i>	452
<i>Anexa 4.1. Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Facultatea de Mecanică (lucrări științifice, publicații selectate)</i>	452

<i>Anexa 4.2. Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” din Iași, Facultatea de Automatică și Calculatoare (lucrări științifice, publicații selectate).....</i>	<i>457</i>
<i>Anexa 4.3. Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” din Iași, Facultatea de Inginerie Electrică, Energetică și Informatică Aplicată (lucrări științifice, publicații selectate).....</i>	<i>458</i>
<i>Anexa 5.....</i>	<i>461</i>
<i>Anexa 5.1. Universitatea din Craiova, Departamentul de Mecatronică și Robotică (lucrări științifice – selecție).....</i>	<i>461</i>
<i>Anexa 5.2. Universitatea din Craiova, Facultatea de Mecanică (lucrări științifice – selecție)</i>	<i>472</i>
<i>Anexa 6. Universitatea „Transilvania” din Brașov (lucrări științifice – selecție).....</i>	<i>477</i>
<i>Anexa 7. Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca – Centrul universitar din Baia Mare (lucrări științifice – selecție)</i>	<i>489</i>
<i>Anexa 8. Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița (lucrări științifice – selecție).....</i>	<i>491</i>
<i>Anexa 9. Universitatea din Oradea (lucrări științifice – selecție)</i>	<i>495</i>
Bibliografie	497

2.

BUCUREȘTI

În istoria roboticii românești, capitala României s-a impus ca element catalizator ce a amplificat și coordonat eforturile de cercetare și inovare în acest incitant domeniu al științei, robotica, ce a marcat atât de profund, tehnic și socio-economic, a doua jumătate a secolului XX. Cauza este, fără îndoială, dată de larga concentrare în București a unor colective de cercetare cu un potențial extrem de ridicat ca și de conexiunile științifice internaționale cu cele mai reprezentative instituții academice și prestigioase companii de specialitate din întreaga lume. Deși eforturi de investigare și cercetare în robotică au fost semnalate, în decursul anilor, în numeroase centre academice și de proiectare industrială, o analiză mai atentă ne indică că Institutele de cercetare ale Academiei Române, Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mașini Unelte (ICSIT Titan), Institutul de Cercetare și Proiectare Tehnologică pentru Construcții de Mașini (ICTCM), Centrele de cercetare ale Politehnicii bucureștene și institute și centre de cercetate de profil electric (ICPE, IPA) în colaborare cu întreprinderea Automatica sunt principalii factori ce au inițiat și ulterior dezvoltat ample programe de cercetare și proiectare în robotică. Cercetările întreprinse au vizat atât aspecte teoretice, cât și aplicații practice, urmărindu-se găsirea celor mai eficiente soluții de implementare a roboticii în lumea tehnicii românești. În cele ce urmează, vom încerca să creionăm, cât mai exact, acest efort.

2.1. INSTITUTUL DE MECANICA SOLIDELOR AL ACADEMIEI ROMANE ¹

2.1.1. Repere istorice

Institutul de Mecanica Solidelor al Academiei Române (IMSAR) este organizație de cercetare fundamentală și aplicată avansată în domeniul mecanicii solidului. IMSAR are originea în Institutul de Mecanică Aplicată "Traian Vuia" (IMA), înființată în 1949, funcționând sub egida Academiei Române, al cărui prim

¹ Această secțiune a lucrării a fost redactată pe baza materialului documentar realizat și transmis de prof. dr. ing. Luige Vlădăreanu.

director a fost Academician Elie Carafoli, care a strâns în jurul său cercetători valoroși în domeniul ingineriei mecanice. Datorită personalității profesorului Elie Carafoli, prin abilitatea sa de a atrage cei mai talentați tineri, prin exemplul său de dăruire totală în folosul științei, Institutul a devenit o adevărată pepinieră de cercetători valoroși, dar și o școală de cercetare cunoscută în întreaga lume, în care s-au format viitoare personalități ale cercetării științifice din România cu recunoaștere mondială: Academician Virgiliu Nicolae Constantinescu - Președinte al Academiei Române, cercetător la Institutul de Mecanică Aplicată al Academiei Române între 1952-1965, luându-și doctoratul la 25 de ani cu teza „Contribuții la teoria lubrificației cu gaze” la Institutul de Mecanică Aplicată al Academiei Române sub îndrumarea Acad. Elie Carafoli, prof. dr. doc. st. ing. Cristian Pelecudi, Vicepreședinte IFToMM (Federația Internațională de Teoria Mecanismelor și a Mașinilor) în perioada 1975 – 1979, părintele, promotorul și inițiatorul Roboticii Românești, directorul departamentului de Teoria Mecanismelor și a Roboților din Universitatea Politehnică București, doctorand la Centrul de Mecanica Solidelor (CMS) a Academiei Române cu teza „Contribuții la analiza și sinteza lanțurilor cinematice complexe”, cu continuarea activității de cercetare științifică la CMS până în anul 1971, prof. dr. doc. Radu Bogdan, director științific la Centrul de Mecanica Solidelor al Academiei Române în perioada 1968 – 1974, profesor Mircea Mișicu- singurul român citat în marea Enciclopedia a lui Clifford Truesdell pentru lucrările sale publicate în domeniul Mecanicii, etc.

Mai târziu, în 1965, din Institutul de Mecanică Aplicată al Academiei Române s-au separat Centru de Mecanica Solidelor (CMS), funcționând ca institut independent de cercetare și Institutul de Mecanica Fluidelor, orientat în special, pe aeronautică și spațiu. Între 1977 și 1989, CMS a fost Departament al Institutului de Fizică și Tehnologia Materialelor (IFTM), integrat în Comitetul de Stat pentru Energia Nucleară (CSEN). În 1990, acest Departament de cercetare devine actualul Institut de Mecanica Solidelor al Academiei Române (IMSAR).

În pleiada aceasta de distinsi savanți ai științei române se distinge reputatul cercetător Christian Pelecudi, care, fără îndoială, poate fi considerat părintele roboticii în România. În 1969, după un an de cercetare la prestigiosul laborator de



Fig. 2.1.1. Prof dr. ing. Christian Pelecudi, părintele roboticii românești

Robotică de la Stanford University sub conducerea celebrului profesor Bernard Roth, el a întreprins demersuri pentru demararea primelor cercetări în domeniul roboticii în țara noastră.

Eforturile domniei sale în această direcție s-au concretizat imediat atât pe plan didactic cât și al cercetării științifice. Și-a modificat cursurile proprii din Politehnica bucureșteană și a impus modificări în planurile de învățământ ale catedrei de Teoria mecanismelor, orientându-le în direcții ce asigurau fundamentul teoretic al proiectării mecanismelor complexe ale roboților. În 1979, sub conducerea sa, în cadrul Catedrei de Teoria Mecanismelor, s-a format un colectiv multi-disciplinar de cercetare și proiectare roboți industriali incluzând și cercetători de la CMS. Între anii 1973-1980, profesorul Pelecudi a susținut cursul facultativ „Mecanisme spațiale” destinat viitorilor proiectanți de roboți industriali.

2.1.2. Cercetare fundamentală

Pe planul cercetării în domeniul roboticii, profesorul Pelecudi a contribuit la **întărirea colaborării** Centrului de Mecanică Aplicată al Academiei Române, cu **Institutul de Cercetare Proiectare în Tehnologia Construcției de Mașini București**, cu **Institutul de Fizică și Tehnologia Materialelor** și cu **întreprinderi de prim rang ale industriei românești** ce începeau atunci efortul de re tehnologizare prin **introducerea unor linii de producție robotizate**. La cel de-al II-lea Simpozion de **Mecanisme și Transmisii Mecanice** din octombrie 1976, profesorul. Pelecudi **comunica prima lucrare a domeniului în limba română**, intitulată "Introducere în robotizare". Cercetarea fundamentală și aplicativă în domeniul științei mecanismelor și a roboticii a cunoscut noi valențe odată cu crearea în 1979 a unui grup de cercetare în robotică și mecatronică format din cercetători de la Laboratorul de teoria mecanismelor din CMS (Centrul de Mecanica Solidelor), din colectivul de cercetare în teoria mecanismelor aparținând LCITM (Laborator de cercetare și inginerie tehnologică și mecanica solidelor) din cadrul IFTM (Institutul de Fizică și Tehnologia Materialelor) și specialiști din Politehnica bucureșteană, grup de cercetare a cărei reputație științifică națională (și ulterior internațională) a fost unanim confirmată. Este de datoria noastră să le amintim aici numele: Wladimir Racoviță, Ion Nițu, Anne-Marie Racoviță, Vasile Ghiu și Sergiu Boris Cononovici (șeful colectivului). Dezbaterile și rapoartele științifice finalizate de aceștia, sintetizate într-un volum de 600 pagini, au reprezentat punctul de pornire în viitoarea activitate de investigare și proiectare. Această activitate a demarat în 1980 odată cu solicitarea adresată profesorului C. Pelecudi și cercetătorului Cononovici de a realiza pentru întreprinderea CCSITA din Pitești un robot destinat operațiilor de vopsire. Eforturile colectivului de cercetători s-au finalizat în 1982 prin proiectarea și realizarea prototipului de laborator al robotului RIV-1 (Robot industrial pentru vopsire). Soluțiile propuse au reprezentat o premieră în robotica românească: arhitectura mecanică, acționarea hidraulică prin servovalvă, memorie

program pe bandă magnetică și programarea prin instruire. Varianta industrială a fost finalizată și omologată în anul 1985, prin efortul comun al IFTM (LCITMS), ITC – filiala Timișoara și Electrotimiș. Soluțiile finale implementate cuprindeau comanda prin microprocesor, modularizarea prin blocuri funcționale și transmiterea datelor pe o arhitectură bazată pe o magistrală de date. Producția de serie a robotului a început la uzinele Electrotimiș, aceasta realizând în primii ani 22 roboți RIV-1. Eforturile de cercetare au continuat pentru găsirea unor soluții care să îmbunătățească configurația mecanică inițială. Astfel s-au studiat și proiectat noi mecanisme de orientare (ing. Ion Nitu) și s-au căutat soluții pentru lărgirea domeniului de aplicații. Astfel, modelul s-a implementat cu succes în industria mobilei, pentru vopsirea cutiilor de televizor și în linia de acoperire cu email a căzilor de baie, la întreprinderea de profil din Suceava. O variantă extinsă, RHP 25, a fost proiectată la Electrotimiș și ITC Timișoara pentru sarcini până la 25 Kg. Cercetările și experimentele privind proiectarea unor noi modele de roboți au continuat. A fost proiectat un robot în coordonate cilindrice cu acționare hibridă, electrică și hidraulică, pentru manipularea unor blumuri de oțel la Întreprinderea Metalurgică de la Târgoviște. Ulterior, în 1989, s-a finalizat proiectul robotului RF-80 (cu sarcina 80 kg) pentru manipularea pieselor grele în producția de flanșe ale prăjinilor de foraj (Întreprinderea Metalurgică de la Târgoviște.). Partea mecanică, acționarea hidraulică și software-ul de conducere au fost realizate la IMSAR, sistemul de comanda CONTROL-R a fost realizat de SEEA (Automatica-București) iar implementarea globală s-a finalizat la Electrotimiș. În primii ani '90 a început proiectarea unui robot pentru Institutul de microelectronică destinat procesului de prelucrare a componentelor de siliciu în tehnologia formării chipurilor. S-a utilizat arhitectura unui robot RHP-25 și în colaborare cu ITC Timișoara s-a finalizat structura de achiziții de date și de conducere.

Promovarea roboticii pe plan național a căpătat noi valențe odată cu înființarea, în 1990, la inițiativa profesorului Pelecudi, a Asociației de Roboți Industriali, printre fondatori fiind remarcați cercetătorii de la CMS și din politehnicile bucureștene și timișorene, primul președinte fiind reputatul profesor al Politehnicii timișorene, Francisc Kovacs, funcție pe care a deținut-o până în anul 2001. În anul 2001, ARR s-a transformat în Societatea de Robotică din România (SRR) iar Simpozionul Național de Robotică a devenit Conferința Internațională de Robotică.

Anii ce au succedat lui decembrie '89 au determinat noi direcții de cercetare în robotică. Aceasta s-a datorat în mare măsură faptului că piața industrială românească s-a deschis spre familii de roboți produse de firme de specialitate din străinătate, realizate cu tehnologii avansate. Au fost abordate noi direcții de cercetare dintre care menționăm: strategii de conducere pe contur a unui robot prin instruire și prin generarea referințelor de poziție, sisteme de conducere prin control video în operații de sudare, tehnici de programare a roboților în operații de vopsire, controlul hibrid poziție- forță, etc.

De asemenea, apariția noii științe mecatronica, cu puternice conexiuni în lumea roboticii, a generat o reorientare către tehnologii noi ce îmbinau atât flexibilitatea roboticii cât și configurații ce utilizau armonios electronica, automatica și

computerul. În acest sens, colectivul de la CMS întreprinde ample cercetări în domeniul roboților mobili și al roboților redundanți. Startul în această direcție l-a dat S. Cononovici prin lucrarea sa “Cinematica roboților pășitori ortogonali în vederea conducerii acestora” susținută la AI XIII-lea Simpozion Național de Roboți Industriali (1996) și continuată prin lucrările de la AI 2-lea Workshop Național de roboți mobili, de la Universitatea din Craiova (2001) și SNRI-2008, Brașov. S-au proiectat câteva familii de roboți mobili, cu locomoție pe roți sau prin mecanisme de pășire, capabili să evolueze în medii cu obstacole sau pe traiectorii predefinite, cu sisteme de conducere adaptive și comandați prin procedee e-learning.

În primele două decenii ale mileniului, sub conducerea tânărului cercetător Luigi Vlădăreanu, eforturile de cercetare au continuat prin noi orientări, corespunzătoare tehnologiilor extrem de avansate în care lumea roboticii și mecatronicii se integra: controlul în timp real al roboților prin tehnici avansate de control hibrid, forță – poziție, interfețe inteligente de control aplicând concepte noi, cum ar fi logica neutrosifică, logica fuzzy continuată cu tehnici de machine learning, algoritmi genetici, rețele neuronale dezvoltate în sisteme cu arhitectură deschisă, cu comunicații în rețele adaptive, utilizarea proiecției virtuale, utilizarea tehnicilor de simulare, testare și îmbunătățirea performanțelor de mișcare, orientare, navigare, cu ocolirea obstacolelor în medii neuniforme, nestructurate, nediferențiate, aplicate roboților și vectorilor de roboți, etc. Rezultatele au fost obținute de un colectiv dedicat roboticii: dr. Victor Vlădăreanu, CS1, director științific IMSAR (contribuții speciale în machine learning), dr. Alexandru Gal, CS2 (contribuții speciale în sliding motion control și DSMT decision-making algorithm), dr. Octavian Melinte, CS3, (contribuții speciale în roboți haptici, deep learning), coordonați de profesor Luigi Vlădăreanu, conducător de doctorat, în strânsă colaborare cu profesor Sergiu Cononovici. Alături de aceștia au aderat, în 2015, profesor Mihaela Iliescu, CS1, conferențiar universitar, conducător de doctorat, în 2016, prof. dr. ing. Nicolae Pop, conducător de doctorat și profesor Marcel Migdalovici.

Deschiderea internațională postdecembristă a României s-a reflectat și în activitatea CMS. Activitatea de profunzime a putut fi cunoscută în centre de specialitate din întreaga lume, numeroși cercetători luând contact cu realizările colectivului în noile direcții de cercetare din robotică. Menționăm astfel pe reputatul cercetător M. Vukobratovic, de la prestigiosul Institut Mihael Pupin din Belgrad. Subliniem, de asemenea, participarea colectivelor de cercetare la congresele de teoria mașinilor și mecanismelor IFTOMM, dintre care îl menționăm pe cel de la Milano (1995) unde s-au pus bazele noii științe, mecatronica, punctul de vedere al CMS fiind susținut de S. Cononovici.

Diseminarea cercetărilor CMS s-a concretizat și prin organizarea sub egida Academiei Române a patru conferințe internaționale: International Conference on Acoustics and Music: Theory & Applications (AMTA '08), International Conference on Mathematics and Computers In Biology and Chemistry (MCBC'08), International Conference on Mathematics and Computers in Business and Economics (MCBE'08), International Conference on Automation & Information (ICAI'08), cu lucrări susținute în Aula Academiei Române, prezidate de

personalități de renume în cercetarea științifică cum ar fi: Academician Radu Voinea, Acad. Florin G. Filip, Acad. Ioan Dumitrache, Prof. Sergej Fatikow, Prof. Malcolm J. Crocker, Acad. Paul Dan Cristea, m.c. acad. Prof. Tudor Sireteanu, prof. Radu Munteanu, prof. Gh. Pascovici, prof. Hongnian Yu, prof. Pier Paolo Delsanto, prof. José M. Kenny. Președintele conferințelor și mentorul lor a fost profesorul Luige Vladareanu.

Un număr de peste 500 articole pe robotică au fost publicate de colectivul de robotică IMSAR, dintre care numeroase prezentări Plenary Lecture, Invited Paper, Plenary Speaker, la conferințe internaționale prestigioase: European Computing Conference, Vouliagmeni, Athens, Greece, Sept2007/ Paris 2011, International Conference on Electronics, Signal Processing and Control, ESPOCO 2005, Copacabana Rio de Janeiro, Brazil, International Conference on Applications of Electrical Engineering, AEE'09, Houston, USA, 2009, AEE'10, Penang, Malaysia, 2010, American Conference on Applied Mathematics, AMERICAN-MATH '10, University of Harvard, Cambridge, USA, January 27-29, '2010, European Conference for the Applied Mathematics and Informatics, AMATHI '13, Dubrovnik, Croatia, 2013, European Conference on Mechanical Engineering, ECME '14, Florence, Italy, International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases (AIKED '15), Tenerife, Canary Islands, 2015, International Conference on Theoretical and Applied Mechanics, TAM '16, Bali, Indonesia, 2016, IEEE International Conference on Granular Computing, National University of Kaohsiung, Taiwan, 2011, IEEE International Conference on Advanced Mechatronic Systems, ICAMechS, Zhongyuan University of Technology, 2011, Tokyo University Japan, 2012, Luoyang, China, 2013, Tokai University, Kumamoto, Japan, 2014, Chinese Academy of Science, Beijing, China, 2015, Swinburne University of Technology, Melbourne, Australia, 2016.

Pot fi menționate participări ale colectivului de robotică IMSAR la conferințe internaționale în calitate de Președinte, Vice-Președinte, Session Chair, Plenary Lecture/Speaker, dintre care se pot exemplifica: Special Session on „Advanced Intelligent Control Methods in Robotics and Mechatronics”, ICAMechS, 2013 – 2016, Session Chair Prof. Luige Vladareanu, RA_IMSAR, Ro and Prof. Hongnian Yu, Staffordshire Univ.&Bournemouth Univ., Special Session on “Advanced Intelligent Control Methods in Robotics and Mechatronics”, ICCMIT 2015, Praga, Special Session 2, ICCMIT'17, Varsovia, Special Session SSN-2, ICCMIT'18, Madrid, Keynote Speaker, Special Session SSN-2, ICCMIT'19, Viena, Vice-President, Session SSN-2, Session Chair SISOM Symposium (The Annual Symposium of the Institute of Solid Mechanics), 1991-2019, cu sesiune specială și workshop pe Robotică în perioada 2007 – 2019; Au fost editate: Conference Proceedings cu Honorary Editors: prof. Tudor Sireteanu, prof. Radu Voinea, prof. Radu I. Munteanu, prof. Lucian Căpitanu, prof. Magheți, prof. Bratosin; Chair Editors: prof. Luige Vladareanu, prof. Marcel Migdalovici; SISOM 2016-2019 Special Issue, Acta Electrotehnica, Guest Editor prof. Luige Vladareanu, ISSN 2344-5637, ISSN-L 1841-3323, Vol. 57, No. 1-2, 2016, Vol. 58, No. 1-2, 2017, Vol. 59, No. 1-2, 2018, Vol. 60, No. 1-2, 2019; Co-chair, ATOM-N2014,

"Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics and Nanotechnologies", Co-chair OPTIROB, International Conference on Aerospace, Robotics, Biomechanics, 2014-2016, ICMERA Inter. Conf. on Aerospace, Robotics, Mech. & Engineering, 2014 -2018.

Implicarea colectivului de robotică în boardurile revistelor cotate în bazele de date internaționale a fost deosebită. Putem cita:

- Guest Editor, Sensors journal, WOS, ISSN 1424-8220, indexed by SCIE, IF 3.031 in 2018, Q1 in the category of "Instruments & Instrumentation", currently running the Special Issue entitled "Advanced Intelligent Control through Versatile Intelligent Portable Platforms", 2019,
- Bord Editor: Romanian Journal of Technical Sciences – Applied Mechanics”, ISSN 0035-4074, 2010-2019.
- Guest Editor: Acta Electrotehnica, indexata UEFISCDI, 2015-2019.
- Editor of the Neutrosophic Sets and Systems (NSS) journal, ISSN 2331-6055, SCOPUS Indexed, 2016 - .
- Editor of the International Journal of Mathematical Combinatory journal, Edited by “The Madis of Chinese Academy of Sciences”, ISSN 1937-1055, 2012 - .

Prestigiul colectivului de robotică este bine reliefat și prin implicarea în calitate de referenți în reviste de prestigiu: IEEE Transaction on Automation Science and Engineering, Robotica Cambridge, Mechatronics (Elsevier), Nonlinear Dynamics (Springer), International Journal of Robotics Research (Sage), International Journal of Humanoid Robotics, Sensors, Materials, Symmetry, Entropy, Electronics (MDPI), Neural Computing and Applications Journal, Robotics and Autonomous Systems Journal, International Journal of Automation and Computing, International Journal of Advanced Mechatronic Systems. De asemenea, membrii colectivului au participat ca Profesor invitat: Shanghai Jiao Tong University (SJTU): 2014, 2016; Chinese Academy of Science, Institute Automation: 2014, 2016, “Asia Pacific Institute of Information Technology”, India (APIIT), 2016; Jiliang University, Hangzhou, 2014, “Indian Institute of Technology Delhi” (IITD, 2016), Yanshan University, Qinhuangdao: 2014, 2016.

Au fost publicate un număr de peste 35 monografii și cărți în edituri de prestigiu dintre care amintim: Proc. Robotics, Trans Tech Publication, ISBN 978-0-00001-975-2, 2014; Mechatronics and Robotics, Trans Tech Publication, ISBN-13: 978-3-03835-444-4, 2015; “Extenics and Innovation Methods”, CRC Press, Taylor&Francis Group, New York, ISBN 978-1-136-00049-0; „Recent advances in mechanical engineering”, North Atlantic University Union, 2014; „Recent advances in Civil Eng. and Mech.”, North Atlantic University Union, 2014; SISOM&ACOUSTICS 2014-2018.

Reputația cercetătorilor de la IMSAR este bine pusă în evidență de distincțiile primite pe plan național și internațional:

- Premiul Academiei Române ”Trăian Vuia” pe anul 2006, pentru grupul de lucrări ”Controlul în timp real în mecanica solidului”

- FINIS CORONAT OPUS, Diploma of Commander in Scientific Research, by Belgium Government (2014)
- Premiul de Excelență în Cercetare, SIR 2000, acordat de Guvernul României și Agenția de Cercetare, Tehnologie și Inovare.
- Medalie de aur și diplomă, Expo Inventică Geneva 2014-2017
- Bruxelles INNOVA 2014-2017;
- Medalie de aur și diplomă, INVENTIKA București, 2014-2018;
- Premii internaționale: Europe France Inventors-2015,
- Russian Federation, NOVGOROD-2015,
- China Association of Inventors-2015,
- OSIM Romanian Association of Inventions – 2015
- Medalie de aur și diplomă, EUROINVENT Iasi-2017,
- INFOINVENT Chișinău-2017,
- ProInvent Timișoara-2017;

Brevetele de invenție depuse de membrii colectivului IMSAR au reliefat, de asemenea, nivelul cercetării. Dintre acestea menționăm: Dynamical Stability Real Time Control Method and Device for Robot in Virtual Projection, EPO-09464001.8, EP 2105263/ 28.08.2009, OSIM -A 2008 00232/27.03.2008, L. Vladareanu, R Munteanu and other, Gold medal and International Prize of the 37th International Exhibition of Inventions of Geneva 2009; Method for the Dynamic Control of a Walking Robot, EPO-10464006 din 19.07.2010 , OSIM RO125970, A00052/21.01.2010, L. Vladareanu, R Munteanu and other, Gold medal and International Prize of the 38th International Exhibition of Inventions of Geneva 2010; The Method and Device for the Rotation Speed Measurement in High Disturbance Environment, Brevet OSIM: RO122380 / 2009, L. Vladareanu, LM Velea and other, Gold medal and International Prize of EUREKA 2007 of 56th International Exhibition of Inventions of EUREKA-Bruxelles, 22-25 Nov. 2007, Bruxelles, BELGIA

Colectivul de robotică și mecatronică IMSAR coordonează și participă în proiecte de cercetare științifică de cooperare internațională: World Scientific and Engineering Academy and Society, project no. 5. Mechanics & Robotics, Research Gate project: VIPRO Platform,

De asemenea, menționăm proiecte de cercetare științifică, internaționale, naționale, economice, pe domeniu de robotică și mecatronică:

- Coordonator IMSAR proiect EU FP7: FP7-PEOPLE-2012-IRSES-318902, proiect RABOT, “Real-time adaptive networked control of rescue robots”, Project Marie Curie, IRSES, Staffordshire University, UK, 2012-2017,
- Coordonator IMSAR proiect H2020: European Commission Marie Skłodowska-Curie, “SMOOTH” project, “Smart Robots for Fire-Fighting”, H2020-MSCA-RISE-2016-734875, 2017-2021, 909.000 EUR,

- Coordonator proiecte naționale: MCI - CCCDI-UEFISCDI, MULTIMOND2, PN-III-P1-1.2-PCCDI2017-0637/33PCCDI, 2018-2021; MEN-UEFISCDI, PN-II-PT-PCCA-2013-4, VIPRO, No.009/2014-2017; MASIM, PN-II-PT-PCCA, 2014-2017, MCI and MFE “Programul Operațional Competitivitate” (POC), TOP MetEco AMBIENT project, ID P_39_383, 2016-2018,
- Coordonator proiect - cooperare internațională: “Joint Laboratory of Intelligent Rehabilitation Robot” Romanian Academy by IMSAR, RO and Yanshan University, CN, project KY201501009/2016-2018 – dotare 3 roboți, 2.000.000 RMB,
- Coordonator proiect bilateral IMSAR – FUDAN University: Romanian Ministry of Research and Innovation (MCI), CCCDI-UEFISCDI, KEYTHROB proiect, PN-III-P1-1.2-PCCDI2017-0637/33PCCDI/01.03.2018, 2018-2019.

Colectivul de robotică IMSAR s-a implicat în asociații profesionale și boardurile acestora, dintre care menționăm:

- Member of International Institute of Acoustics and Vibration (IIAV), Auburn University, USA, 2004-,
- Președinte al Asociației de Robotică din Romania, Filiala București 2019-,
- IFToMM’s Member, International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science, 2010-,
- Member of the Technical Committee for Robotics and Mechatronics, IFToMM, 2014-,
- Vice-President of International University Association for Science and Technology (UASTRO), 2014-
- Corresponding member of the American Romanian Academy of Arts and Sciences, USA, 2016--Membru CREDING – Coaliția Română pentru Educație în România, 2014-,
- ABI’s Research Board of Advisors Member, American Biographical Institute (ABI), 2010-,
- World Scientific and Eng. Academy Society, 2010 –
- Membru al Asociației de Robotică din Romania, 2014-
- Membru al Asociației de Tribologie din Romania, 2014-
- Membru grupului de experți consultanți și evaluare proiecte PNCDI, 2007-.

O atenție deosebită a fost acordată formării tinerilor cercetători în domeniul roboticii și mecatronicii. Aici trebuie consemnată activitatea depusă în cadrul Școlii Doctorale a Academiei Române precum și pe plan internațional prin Doctorat cotutelă: University of New Mexico, USA și Yanshan University – Prof. Hongbo Wang.