

PLAN DE CERCETARE

1. Context și Viziune Strategică

Departamentul de Automatică își propune să devină un hub internațional de inovare prin integrarea controlului clasic cu inteligența artificială și robotica. Viziunea departamentului se aliniaza cerințelor ARACIS, vizând o corelare directă între cercetarea fundamentală și aplicațiile practice, asigurând totodată un mediu de formare de elită pentru studenți și doctoranzi. Planul se concentrează pe dezvoltarea de sisteme cyberfizice sigure și fiabile, capabile să opereze autonom în medii complexe.

2. Piloni de Cercetare și Arii de Expertiză

Pilonul I: Robotică, Percepție și Control Neliniar (ROCON & RADECO)

Această direcție se concentrează pe autonomia sistemelor mobile și interacțiunea robot-om.

- Robotica Mobilă și Manipulare: Cercetarea vizează proiectarea, percepția și controlul roboților marini, tereștri și aerieni. Se pune accent pe utilizarea algoritmilor de învățare prin întărire (reinforcement learning) și a rețelelor neuronale profunde pentru navigație autonomă și mapare 2D/3D.
- Percepție Avansată și Computer Vision: Implementarea sistemelor de realitate augmentată pentru vizualizarea traseelor vehiculelor autonome și utilizarea rețelelor neuronale convoluționale (CNN) pentru corecția suprafețelor și estimarea normalelor în camerele cu informație de distanță.
- Prototipare Rapidă: Dezvoltarea sistemelor de control digital pe platforme FPGA/DSP pentru acționări electrice de precizie (BLDC/PMSM) utilizate în roboți industriali și mașini unelte CNC.

Pilonul II: Modelare și Control Avansat (ADAPTED, PSE, IPCSI)

Această axă reprezintă nucleul fundamental al departamentului, aplicat pe procese fizice și bio-chimice complexe.

- **Sisteme de Control Avansate:** Identificarea și controlul sistemelor cu dinamici speciale (ex. fluide non-Newtoniene, sisteme biologice). Se vizează dezvoltarea de noi modele și structuri de control robuste și predictive pentru procese neconvenționale complexe. Scopul final sunt aplicațiile medicale.
- **Ingineria Sistemelor Energetice și de Proces:** Modelarea "First Principle" și Gray-box pentru unități de separare criogenică, coloane de distilare și stații de epurare (BSM1). Scopul este optimizarea consumului de energie și reducerea amprentei de carbon prin strategii de tip *plantwide control*.
- **Controlul Proceselor Neconvenționale:** Dezvoltarea de soluții pentru producția de apă grea, cuptoare cu vatră rotativă și sisteme de laminare.

Pilonul III: Sisteme Dependabile, Securitate și Cloud-Fog Computing (DeSy & DCS)

Într-o lume interconectată, siguranța și fiabilitatea datelor sunt critice.

- **Arhitecturi Cyber-Fizice (CPS):** Dezvoltarea unor arhitecturi stratificate (Cloud-Fog-Edge) care să asigure disponibilitate, fiabilitate și mentenanță. Cercetarea include utilizarea agenților inteligenți și a sistemelor multi-agent.
- **Securitate Cibernetică și Blockchain:** Aplicarea tehnologiilor blockchain pentru a asigura integritatea datelor în rețelele IoT industriale și în sistemele de management al resurselor de apă sau energie.
- **Sisteme de Control Distribuite (DCS):** Optimizarea traficului urban și feroviar prin sinteza automată a sistemelor de monitorizare pentru evenimente discrete.

Pilonul IV: Tehnologii de Sensorizare și Sănătate Digitală (GAST, ADAPTED, WS-App)

Transformarea semnalelor fizice în decizii medicale sau industriale.

- **Senzori Inteligenți și Rețele Wireless:** Proiectarea de senzori optici, MEMS, capacitivi de ultra-joasă putere, cu elemente de captare a energiei pentru monitorizarea mediului și a agriculturii de precizie.
- **Inginerie Biomedicală:** Dezvoltarea de sisteme pentru reabilitare post-traumatică (monitorizarea încărcării membrelor inferioare), echipamente pentru chimioterapie hipertermică și platforme de simulare pentru anestezie. Cercetarea include și utilizarea AI pentru detecția timpurie a patologiilor prin fuziune multimodală.

3. Obiective de Performanță și Indicatori (Standarde ARACIS)

Pentru a asigura o evaluare obiectivă a progresului, planul stabilește următoarele ținte:

1. **Excelență Științifică:** Publicarea de articole în jurnale de top (zona Roșie/Galbenă) și participarea la conferințe internaționale de prestigiu (IEEE ACC, EBCCSP).

2. Proprietate Intelectuală: Continuarea tradiției brevetării (ex. metode de vizualizare AR, sisteme de monitorizare medicală, controlere PID evoluat). Se vizează minim un brevet la fiecare doi ani.
3. Transfer Tehnologic: Colaborarea cu mediul industrial (Siemens, Omron, companii de utilități) prin servicii de consultanță în proiectarea de sisteme SCADA, PLC și soluții de automatizare a clădirilor (KNX/LOGO).
4. Educație prin Cercetare: Integrarea rezultatelor în cursurile de masterat și doctorat, oferind studenților acces la platforme de testare moderne (simulatoare de anestezie, roboți mobili, unități de procesare la scară redusă). Integrarea studenților cu rezultate deosebite în proiectele de cercetare ale departamentului.

4. Sustenabilitate și Resurse

Departamentul se bazează pe o infrastructură solidă de laboratoare și pe o echipă multidisciplinară de cadre didactice și cercetători. Sustenabilitatea financiară va fi asigurată prin granturi naționale (PED, PTE, PCE) și participarea la consorții europene în domeniul Automaticii și al sistemelor inteligente.

Acest plan reflectă o strategie matură, capabilă să răspundă provocărilor tehnologice actuale (Industria 4.0/5.0) și să mențină standardele înalte de calitate impuse de universitate și de organismele de acreditare.

Director departament
Prof. dr. ing. Honoriu Vălean