

Laboratorija za kibernetiku i mehatronske sisteme – CMSysLab

CyberManufacturing Systems Laboratory – CMSysLab

Laboratorija za kibernetiku i mehatronske sisteme, CMSysLab, organizaciono pripada Centru za nove tehnologije, CeNT, Katedre za proizvodno mašinstvo, Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu. U istraživačkom smislu, laboratorija je prevashodno fokusirana na kibernetičke i mehatronske aspekte proizvodnih tehnologija. Pojedini sadržaji istraživačkih aktivnosti zbog svoje generičke prirode imaju opštu upotrebljivost za širu oblast mašinstva i uopšte, inženjerstva.

Mada je oblast proizvodne kibernetike na Katedri za proizvodno mašinstvo predmet istraživačkih i obrazovnih aktivnosti koje u kontinuitetu traju više decenija, praktično od sedamdesetih godina prošlog veka, Laboratorija za kibernetiku i mehatronske sisteme osnovana je 2014. godine, odlukom Katedre za proizvodno mašinstvo, sledeći rastuće potrebe za koncentracijom istraživačkih kapaciteta ove vrste i specijalizacije istraživačkih aktivnosti u ovoj oblasti, kao i potrebe za jasno tržišno pozicioniranje i izgradnju specifičnog marketinškog brenda.

Laboratorija za Kibernetiku i mehatronske sisteme je fizički locirana u Zavodu za mašine alatke koji kao deo Centra za nove tehnologije pripada Katedri za proizvodno mašinstvo. Laboratorija ima 3 stalno zaposlena istraživača i veći broj magistranata i doktoranata, koji aktivno učestvuju u svim aktivnostima laboratorije. Pored toga, laboratorija raspolaže i eksternim resursima koje obezbeđuje kroz intenzivnu interakciju sa profesionalnim okruženjem i otvorenost, prvenstveno u okviru Centra za nove tehnologije Katedre za proizvodno mašinstvo, a zatim i sa drugim obrazovnim i istraživačkim institucijama u Srbiji i inostranstvu.

Aktivnosti Laboratorije za kibernetiku i mehatronske sisteme grupisane su u tri celine koje se ravnomerno razvijaju: 1) nastavne aktivnosti na osnovnim, master i doktorskim studijama, 2) istraživačke aktivnosti u oblasti proizvodnih tehnologija i 3) saradnja sa privredom i drugim zainteresovanim stranama u svim oblastima koje se direktno i indirektno mogu povezati sa kibernetičkim i mehatroničkim aspektima proizvodnog mašinstva i šire, inženjerstva.

Nastavne aktivnosti: Laboratorija za kibernetiku i mehatronske sisteme predstavlja eksperimentalnu bazu za izvođenje nastave na sledećim predmetima:

Osnovne akademske studije: Kibernetika

Master akademske studije: Projektovanje obradnih sistema, Tehnologija montaže, Mehatronski sistemi, Kompjutersko upravljanje i nadzor u automatizaciji proizvodnje

Doktorske studije: Inteligentna automatizacija, Mehatronika i adaptronika

Na navedenim predmetima laboratorija pruža sveobuhvatnu podršku u izvođenju laboratorijskih vežbanja i izradi projektnih zadataka, gde se studenti kroz praktični rad upoznaju sa ključnim tehnologijama i stiču praktične veštine u primeni savremenih mikroprocesorskih sistema upravljanja, širokog spektra senzorskih sistema i njihove integracije u složene sisteme mehatroničkog karaktera, prevashodno za oblast proizvodnih tehnologija, odnosno obradnih sistema i sistema za automatsku i robotizovanu montažu. Pored laboratorijskih vežbanja, značajni resursi laboratorije angažovani su za potrebe realizacije master radova i doktorskih disertacija, gde laboratorija nudi ekstenzivnu eksperimentalnu bazu budućim masterima i doktorima proizvodnog mašinstva za sprovođenje sopstvenih istraživanja i praktično demonstriranje rezultate tih istraživanja u realnom / fizičkom okruženju.

Pored prethodno navedenog, laboratorija je otvorena je za posete učenika srednjih škola, pa čak i za osnovce i predškolske uzraste, sa ciljem šire popularizacije mehatronike kod mladih generacija i njihove rane motivacije za dalje školovanje u ovoj oblasti.

Istraživačke aktivnosti: Istraživačke aktivnosti Laboratorije za kibernetiku i mehatronske sisteme su pažljivo usaglašene sa aktuelnim istraživačkim prioritetima u oblasti proizvodnih tehnologija, koji se odnose na sveobuhvatnu digitalizaciju proizvodnih procesa kroz okvir kibernetičko-fizičkih sistema (Cyber-Physical Manufacturing/Production Systems), zatim EU programa Fabrike budućnosti (Factories of the Future - FoF) koji obuhvata koncepte kao što su digitalna fabrika, pametna fabrika i virtuelna fabrika i takodje širi programski okvir kognitivne industrijske revolucije koji se jednim delom obradjuje kroz inicijativu Industry 4.0. U ovim okvirima, definisani su sledeći istraživački pravci:

- Opšta teorija sistema, uključujući i aspekte samoorganizovanja, kognicije i autopoeze;
- Teorija automata i veštačkih jezika, uključujući i ćelijske automate, fazilogičke formalne strukture i konekcionističke pristupe;
- Tehnologija montaže (manuelni, programabilni i robotski sistemi za montažu), sa posebnim fokusom na izgradnju šireg teorijskog okvira za projektovanje sistema za montažu, automatizaciju procesa spajanja (adaptivno robotsko spajanje), planiranje procesa i aspekte autonomnog / adaptivnog ponašanja;
- Sistemi za robotsko zavarivanje kao podistem sistema za montažu, sa fokusom na aspekte automatizacije procesa, bez izučavanja metalurških aspekata;
- Kolaborativni rad čoveka i robota u izvršavanju zadataka u okviru tehnologije montaže – hibridni ekstremno fleksibilni sistemi za efikasnu primenu u maloserijskoj i pojedinačnoj proizvodnji – LOTSIZE 1 Production, kao odgovor na zahteve nove proizvodne paradigme masovne kastomizacije/personalizacije proizvodnje;
- Aditivne proizvodne tehnologije kao generalizacija tehnologije montaže, uključujući i akviziciju geometrije prostornih objekata i izgradnje prostornih digitalnih modela;
- Senzorski sistemi: senzori sile i taktilni senzori, posebno za oblast robotske montaže, sistemi veštačkog gledanja, uključujući sisteme bazirane na laserskoj triangulaciji i strukturiranoj svetlosti za brzu 3d akviziciju radnog prostora robota u okviru tehnologije montaže;
- Integrirani mikroprocesorski sistemi i njihova primena u automatizaciji proizvodnih procesa, posebno u obradi senzorskih signala, upravljanja kretanjem robotskih i drugih mehanizama i numeričko upravljanje alatnih mašina.

Laboratorija realizuje istraživačko-razvojne projekte u nacionalnim i međunarodnim okvirima. Projekti koje finansira resorno ministarstvo nauke Srbije: Projekat 14035: Primena inteligentnih senzorskih sistema u razvoju integrisane automatizacije realnih i virtuelnih procesa proizvodnog preduzeća, 2008-2011; Projekat TR35007: Inteligentni robotski sistemi za ekstremno diverzifikovanu proizvodnju (Smart Robotic Systems for Customized Manufacturing), 2011-2016. Međunarodni projekti: Bilateralni projekat Italija-Srbija za period 2016-201, PGR00221: Human-Robot Co-Working as a Key Enabling Technology for the Factories of Future, Konzorcijum projekta: The BioRobotics Institute, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy – koordinator; CyberManufacturing Systems Laboratory – CMSysLab, Production Engineering Department - koordinator; Faculty of Mechanical Engineering; University of Belgrade; Institute for Industrial Technologies and Automation – National Research Council of Italy / ITIA-CRN; Italian Association of Automation and Mechatronics – AldAM; Institute Mihailo Pupin, Robotics laboratorija; MikroElektronika, Beograd.

Laboratorija ostvaruje intenzivnu saradnju sa domaćim naučno-istraživačkim institucijama, posebno: Institut Mihajlo Pupin, Laboratorija za robotiku; Fakultet Tehničkih nauka u Novom Sadu; Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu; Akademija inženjerskih nauka Srbije - AINS. Takodje laboratorija ostvaruje intenzivnu međunarodnu saradnju sa; Italian Association of Automation and Mechatronics – AldAM; Institute for Industrial Technologies and Automation – National Research Council of Italy / ITIA-CNR; The BioRobotics Institute, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy.

Saradnja sa privredom: Značajan deo resursa Laboratorije za kibernetiku i mehatronske sisteme usmeren je ka industrijskim kompanijama i razvojnim aktivnostima na inovaciji proizvoda i proizvodnih procesa. Partnerske kompanije: Korporacija Trayal, Kruševac, Termovent SC – Livnica čelika, Bačka Topola, Sintelon Tarkett, Bačka Palanka, Šinvoz, Zrenjanin, Velpan, Kikinda, Prvi Partizan, Užice, Magneti Marelli, Kragujevac, Kolubara Metal, Vreoci, Cini, Čačak, Goša, Simićevo, Informatika Beograd, MikroElektronika, Beograd, Mikro Kontrol, Beograd. Laboratorija nudi industriji Srbije saradnju kroz komercijalne razvojne i razvojno-istraživačke projekte inoviranja proizvoda i proizvodnih tehnologija u sledećim oblastima:

- Razvoj i realizacija manuelnih, automatskih i robotskih sistema za montažu;
- Razvoj i realizacija konvencionalnih i nekonvencionalnih obradnih sistema, posebno za plazma rezanje;
- Robotizacija procesa elektrolučnog zavarivanja;
- Razvoj i realizacija laserskih mernih sistema za merenje debljine i profila (laserska dimenziona metrologija) na proizvodnim linijama u procesnoj industriji (gumarska industrija, industrija za preradu plastičnih masa, tekstilna industrija i slično);
- Reverzno inženjerstvo / akvizicija geometrije prostornih objekata laserskim skeniranjem i tirangulacijom strukturirane svetlosti;
- Razvoj i realizacija specijalne proizvodne opreme i proizvodnih linija širokog spektra primene;
- Razvojni projekti za potrebe odbrambene industrije.

Prethodno navedeni projekti podrazumevaju različite oblike komercijalne saradnje, od konsultantskih aktivnosti, pa do fizičke realizacije po modelu ključ u ruke.

Ključna oprema: Laboratorija poseduje diverzifikovanu eksperimentalnu bazu zasnovanu na opremi najnovije generacije, koja se kroz koncept rekonfiguracije koristi za širok spektar potreba. Posebno se izdvaja sledeće:

- Robotski sistem Yaskawa SIA 10F baziran na kinematski redundantnom antropomorfnom robotu sa 7 stepeni slobode, nosivosti 10 kg sa FS 100 ultrabrzim upravljačkim sistemom, otvorene arhitekture i MotoPlus SDK razvojnog sistema – robot konfigurisan kao eksperimentalna platforma za adaptivno robotsko spajanje visokopreciznih delova u tehnologiji robotske montaže i istraživanje fizičke interakcije čoveka i robota u izvođenju kompleksnih zadataka tehnologije montaže.
- Robotski sistem za zavarivanje Yaskawa MA1400, sa DX100 upravljačkim sistemom otvorene arhitekture, specijalizovanim za robotsko zavarivanje – robot konfigurisan kao složena eksperimentalna platforma za adaptivno robotsko zavarivanje i eksperimentisanje u domenu fizičke i kognitivne interakcije čoveka u procesu zavarivanja.
- Šestokomponentni senzor sile opremljen sistemom za kondicioniranje i akviziciju signala i širok spektar jednokomponentnih senzora sile različitih konfiguracija sa pratećom opremom za kondicioniranje signala.
- Širok spektar senzorskih sistema za veštačko gledanje, uključujući i 3d sisteme bazirane na triangulaciji strukturirane svetlosti, na merenju vremena refleksije i sisteme visoke preciznosti bazirane na laserskoj triangulaciji (laserski proksimetri);
- Edukacioni robot SCARA konfiguracije – eksperimentalno-razvojna platforma za vežbanja studenata.
- Modularni pneumatski manipulatori za robotsku montažu.
- Širok spektar integrisanih mikroprocesorskih sistema (razvojne platforme bazirane na MicroChip PIC mikrokontrolera različitih generacija, Atmel i AMD visokoperformansnih mikrokontrolera 32bitne arhitekture, sa razvojnim sistemima baziranim na MikroC programskim bibliotekama + MEMS senzorski moduli + različiti moduli za umrežavanje + različiti ulazno/izlazni digitalni i analogni moduli);
- Osciloskop, Analizator digitalnih signala, Signal generator, referentni granitni sto i slična elektronska merna oprema.

Značajan deo opreme je obezbeđen samogradnjom, posebno u delu integracije u složene eksperimentalne platforme za ključne istraživačke pravce laboratorije.

Aachen, 25.05.2016, Prof. dr Petar B. Petrović

Rukovodilac Laboratorije za kibernetiku i mehatronske sisteme, CMSysLab