

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC, ETAPA 3(2020)

PROIECT 1

Proiectarea, modelarea și simularea în funcționare a configurațiilor distribuite de senzori și sisteme servoing vizuale de pe sistemele autonome complexe (CAS-SI, CAS-ARP, CAS-VAM) destinate tehnologiilor de asistare personală medico-socială, intra/extra spital și acasă.

Etapa 3

Proiectarea și testarea funcțională a sistemului senzorial integrat.

Activitatea 3.1

Proiectarea sistemului senzorial integrat în sistemul de conducere. Diseminare rezultate

Testele și determinările experimentale au dus la trei configurații principale ale sistemului senzorial. Analiza comparativa a acestor sisteme este prezentată în continuare.

Varianta 1 – Kinect, senzori LiDAR secundari, Tobii Eye Tracker

Această configurație este recomandată pentru deplasare pe distanțe scurte cu control permanent din partea utilizatorului și permite deplasarea spre punctul de destinație doar prin traiectorii liniare (destinația trebuie să fie vizibilă din punctul de plecare).

Varianta 2 – Senzor LiDAR Velodyne Puck VLP-16, Senzori de proximitate, Tobii Eye Tracker

Senzorul LiDAR Velodyne Puck VLP-16 este senzorul principal din varianta a doua și permite crearea hărții topologice tridimensionale a zonei vizibile, permite detectarea obiectelor în mișcare și detectarea ușilor sau nișelor pentru acces. Prețul ridicat al acestui senzor este compensat de siguranța în timpul deplasării oferită de acest sistem. În același timp, acest senzor permite eliminarea din sistem a mai multor categorii de senzori pe care îi înlocuiește: senzori de proximitate, senzori lidar de rază mică de acțiune, senzori video stereoscopici.

Varianta 3 – Camera ZED, senzori LiDAR secundari, Tobii Eye Tracker

Varianta a treia este asemănătoare cu prima varianta. Principala modificare este înlocuirea senzorului Microsoft Kinect, cu o camera de adâncime numită ZED care are o rezoluție și o viteză de achiziție mai mare.

Sistemul este relativ ieftin comparativ cu “Varianta 2 – Senzor LiDAR Velodyne Puck VLP-16, Senzori de proximitate, Tobii Eye Tracker”, dar permite totuși și folosirea în exteriorul imobilelor. Este un sistem care permite o deplasare pe traiectorii liniare în zone în care destinația este vizibilă, și care are o rază de acțiune de până la 15 metri (spre deosebire de Kinect 3.5 metri).



Simulare CAD și implementarea reală.

Senzorii folosiți în cele trei configurații sunt de tip LIDAR, stereoscopici, optici, Video, respectiv: *Senzorul Kinect, Senzorul Velodyne Puck VLP-16, RP LiDAR A1, RP LiDAR A2, Senzorul Scanse Sweep LiDAR, Senzorul optic de proximitate OID100, Senzorul optic de proximitate OID102.*

3.1.1 Utilizarea Tobii Pro Nano pentru crearea profilelor personalizate ale interfeței om-mașină

Una dintre concluziile testelor efectuate anterior cu sistemul de urmărire a mișcărilor ochilor Tobii Eye Tracker 4C a relevat că, în anumite situații (existența unui complex de situații medicale, care constau atât în strabism cât și în Nystagmus) precizia sistemului de urmărire al ochilor, și implicit exactitatea comenzilor de mișcare date, sunt scăzute. O posibilă rezolvare identificată de echipa de cercetare a constat în utilizarea unui dispozitiv avansat de urmărire a mișcărilor ochilor, pentru analiză și identificarea tiparelor de mișcărilor ochilor utilizatorului. Pe baza informațiilor obținute cu dispozitivul avansat, se vor putea crea profile personalizate și compensate pentru fiecare utilizator în parte, care vor putea fi utilizate cu varianta prezentată în Raportul științific anterior, a sistemului de urmărire a mișcărilor ochilor (Tobii Eye Tracker 4C). Că dispozitiv avansat de urmărire a mișcărilor ochilor, a fost identificat dispozitivul Tobii Pro Nano împreună cu suita software Tobii Pro Lab.

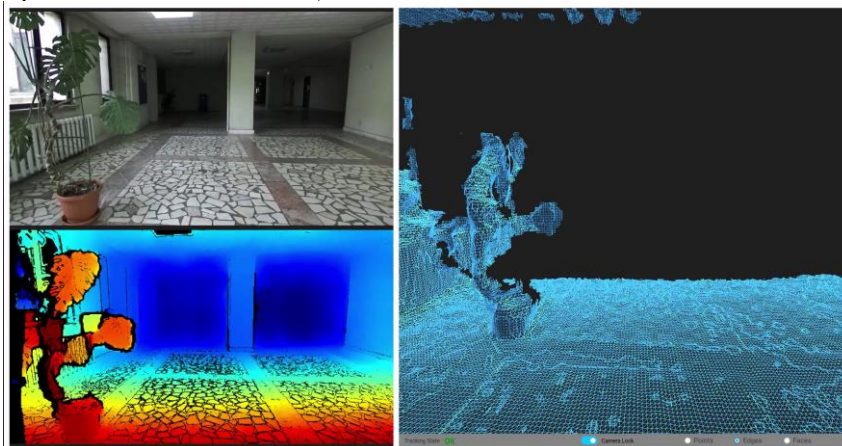
3.1.2 Utilizarea camerei video stereoscopice ZED pentru cartografierea spațiului tridimensional în care evoluează platforma mobilă

ZED este o cameră 3D pentru detectarea adâncimii, urmărirea mișcării și cartografierea 3D în timp real. Producătorii

acestei camere pun la dispoziție SDK-ul (Software Development Kit) pentru platformele Windows, Linux și Nvidia Jetson. Acest kit conține toate librăriile necesare dezvoltării precum și instrumente ce ne permit testarea caracteristicilor și setarilor camerei.

Camera ZED este o platforma multi-senzor această având încorporați senzori de poziționare și asistare la mișcare, accelerometru, giroscop, magnetometru, barometru și senzor de temperatura. SDK-ul pune la dispoziție câteva clase și interfețe ce ne ajută în efectuarea unei mari varietăți de sarcini legate de senzori precum determinarea senzorilor disponibili pe dispozitiv, determinarea capacității individuale fiecărui senzor cum ar fi domeniul de măsurare, rezoluția și zgomotul și achiziționarea de date în format brut sau prelucrat (calibrat).

Camera stereo ZED reproduce modul în care funcționează viziunea binoculară umană.



Cartografierea spațiului tridimensional utilizând camera video stereoscopică ZED

Categorie activitate: A2 – Cercetare industrială

Rezultate așteptate

Specificații de proiectare pentru sistemul senzorial integrat în sistemul de conducere

Participare conferințe, workshop-uri, articole în revistă ISI/BDI;

Activitatea 3.2. Testarea funcțională a senzorilor de tipul celor selectați în etapele anterioare..

Activitatea 3.2

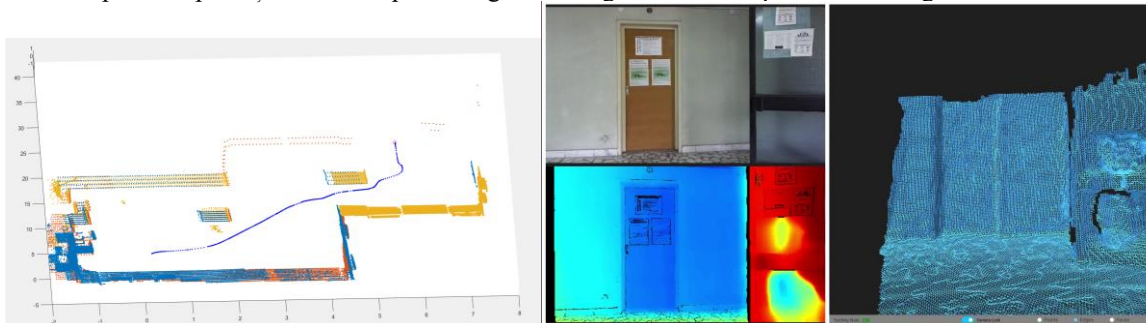
Testarea funcțională a senzorilor de tipul celor selectați în etapele anterioare.

3.2.1 Simularea deplasării platformei mobile în medii cu obstacole statice, prin aplicarea algoritmului potențialului pe un spațiu tridimensional scanat

Cu ajutorul unui dispozitiv LIDAR (Velodyne LiDAR Puck 16) au fost scanate o serie de spații tridimensionale, aflate în interiorul Facultății, care conțin și obstacole statice (elemente de structură ale clădirii, alveole și intrânduri, căi de acces către alte spații ale clădirii).

Au fost obținute înregistrări și au fost efectuate teste pentru o serie de scenarii: deplasarea pe holul departamentului, identificarea zonelor de trecere dintr-un spațiu în alt spațiu (de tipul căilor de acces, ușilor), sau deplasarea într-un spațiu de tip foaier. Au fost realizate achiziții pe zone, pentru navigație locală în timp real, cât și achiziție de date de tip cartografiere - achizițiile zonale au fost fuzionate într-o regiune cartografiată, rezultând o hartă a spațiului pe unde platforma mobilă s-a deplasat (figura 3.2.3).

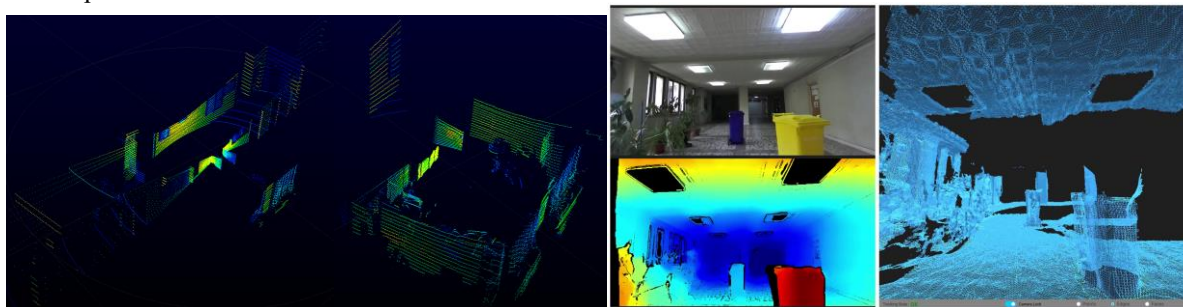
Au fost generate traiectorii de deplasare a platformei mobile în regim autonom, impunându-se diferite perechi de puncte (start, destinație), pentru diferite scenarii. Două dintre traiectoriile obținute prin aplicarea algoritmului de control bazat pe metoda câmpului de potențial artificial pentru regiuni cartografiate sunt reprezentate în figurile următoare.



Traietoria de deplasare a platformei mobile în regim autonom între punctele P_{s2} și P_{t2} . Cartografierea 3D a căilor de acces utilizând sistemul de stereoviziune ZED

3.2.2 Testarea funcțională a sistemului de stereoviziune ZED

Pentru a putea efectua o analiză comparativă cu celelalte dispozitive care permit cartografierea 3D în timp real (Kinect, LiDAR, DJI Guidance) sub diverse aspecte (viteză de achiziție a datelor în timp real, influența condițiilor de mediu, ușurința în extragerea datelor relevante, precizie, distanța efectivă de scanare în raport cu platforma mobilă, etc.), au fost efectuate o serie de colectări de date în aceleași spații ale facultății unde anterior au fost colectate date și cu celelalte dispozitive.



Trecerea într-un spațiu (imaginea din stanga – hol) în alt spațiu (imaginea din dreapta – laborator). Cartografierea 3D a spațiilor conținând diverse obstacole utilizând sistemul de stereoviziune ZED

3.2.3 Testarea funcțională a sistemelor senzoriale de detectare a privirii

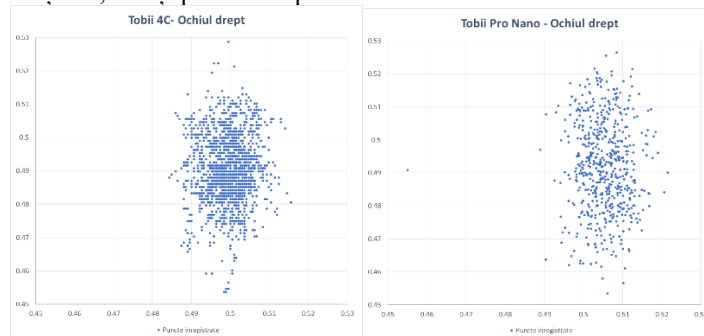
Pentru testarea celor doi senzori de detecție a direcției privirii s-au folosit bibliotecile de dezvoltare puse la dispoziție de producătorul acestor dispozitive. Pentru senzorul Tobii 4C s-a optat pentru o bibliotecă .NET în timp ce pentru senzorul Tobii Pro Nano, s-a selectat o bibliotecă Python. Folosirea a două biblioteci diferite nu afectează rezultatul testelor datorită faptului că aceste biblioteci au fost optimizate pentru fiecare limbaj de programare. Un alt motiv pentru care am selectat două limbaje de programare diferite este pentru testarea nivelului de dificultate atunci când vine vorba de programarea dispozitivelor și în același timp pentru testarea timpului de răspuns. În urmă acestor teste am concluzionat că nu există diferențe între cele două metode de programare și că este vorba strict de preferință fiecărui dezvoltator. În același timp este de menționat faptul că deși nu există diferențe în cazul programării, cele două dispozitive sunt limitate de propriile frecvențe de eșantionare (Tobii Pro Nano – 60Hz, Tobii 4C – 90Hz).

Structura fiecărui program este aceeași, singură diferența fiind sintaxa de programare.

Al treilea test a fost realizat în exterior, cu lumina soarelui bătând din direcțiile: stânga, dreapta, față, spate. Rezultatele la lumina soarelui au dovedit faptul că acuratețea Tobii este influențată de lumina infraroșu emisă de soare, astfel că atunci când lumina soarelui lovește direct dispozitivul sau ochii, Tobii ori nu mai poate nici urmări mișcările ochilor, nici detecta prezența lor, ori își pierde din precizie.

Au fost realizate o serie de înregistrări utilizând ambele dispozitive, Tobii Eye Tracker 4C și Tobii Pro Nano. Echipa de cercetare a analizat rezultatele obținute individual pentru urmărirea individuală a mișcărilor ochiului stâng, respectiv pentru ochiul drept. Din analiză înregistrărilor s-a constatat că deși înregistrările realizate cu dispozitivul Tobii Eye Tracker 4C par să ofere date mai bine grupate decât cele realizate cu dispozitivul Tobii Pro Nano, totuși grupul de date prezintă un offset față de zona-țintă aflată la coordonatele (0.5; 0.5).

Al treilea test a fost realizat în exterior, cu lumina soarelui bătând din direcțiile: stânga, dreapta, față, spate. Rezultatele la lumina soarelui au dovedit faptul că acuratețea Tobii este influențată de lumina infraroșu emisă de soare, astfel că atunci când lumina soarelui lovește direct dispozitivul sau ochii, Tobii ori nu mai poate nici urmări mișcările ochilor, nici detecta prezența lor, ori își pierde din precizie.



Comparația înregistrărilor realizate pentru ochiul drept cu dispozitivul Tobii Eye Tracker 4C (graficul din partea stângă) respectiv Tobii Pro Nano (graficul din partea dreaptă). Teste cu lumina artificială

Categorie activitate: A2 – Cercetare industrială

Rezultate așteptate

Rezultate teste functionale

Activitatea 3.3. Testarea funcțională a sistemului senzorial integrat.

Activitatea 3.3

Testarea funcțională a sistemului senzorial integrat.

Robotul de asistență Kinova Gen3 lite pentru persoanele cu nevoi personale

Utilizarea interfețelor om-mașină (HMI) a cunoscut o creștere extraordinară a utilizării în ultimii ani. Instrumente de urmărire a mișcărilor precum Kinect, Tobii, LIDAR, sunt unele dispozitive care pot fi utilizate pentru asistența persoanelor cu nevoi speciale. Utilizarea rețelelor de senzori portabili ca mijloc de măsurarea și urmărirea mișcărilor corpului conferă, de asemenea posibilități interesante în ceea ce privește tehnologia interfețelor om-mașină (Figura 3.3.1).

De multe ori, proiectarea interfețelor umane dedicate persoanelor cu dizabilități se bazează pe unelte mecanice, cum ar fi comutatoare montate pe cap, tastaturi dedicate, trackball-uri, joystick-uri, instrumente de tip sip-and-puff etc.

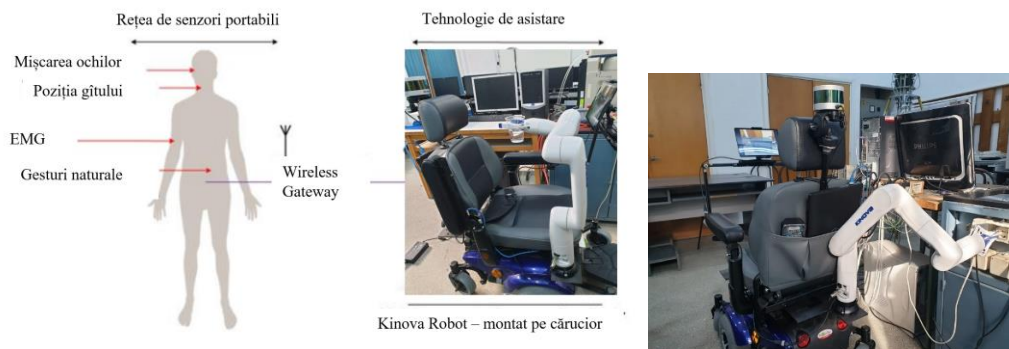


Fig. 3.3.1 Tehnologia interfețelor om-mașină.

Automated Modular Architecture with Cooperative Facilities

Pe Internetul obiectelor (IoT), sistemele cibernetice comunică și cooperează între ele, precum și cu persoanele în timp real din interior, dar și între serviciile organizaționale furnizate și utilizate de participanții la lanțul valoric. A patra revoluție industrială - Industria 4.0 - este numele dat tendinței actuale de automatizare și schimb de date în tehnologiile de fabricație. Pe măsură ce industria 4.0 (I4.0) funcționează, computerele sunt conectate și comunică între ele pentru a lua decizii în cele din urmă fără implicarea umană. Această include ciber-fizică, Internetul obiectelor, cloud computing și calculul cognitiv. În experimentele efectuate au fost verificate două modalități de implementare a comunicării pentru platformele mobile CCAGV (vehicule cooperative ieftine ghidate automat). Pentru a obține rezultate de precizie și acuratețe mai mare, în sistemele actuale, mai multe tipuri de senzori sunt folosiți în același proiect. Acest proces de integrare a datelor din mai multe surse se numește Dată Fusion. Pentru o percepție 3D a mediului, sunt necesari senzori suplimentari și o putere suplimentară de calcul pentru a putea procesa date în timp real.

Decision Making using Data Fusion for Wheelchair Navigation

Conducerea scaunului cu roțile independent sau semi-autonom necesită achiziționarea și prelucrarea datelor care descriu mediul în care se efectuează mișcarea. Folosind rezultatele datelor obținute din procesarea senzorilor, este posibil să se determine limitele mediului, benzile libere / zonele libere, identificarea destinației și punctele intermediare etc., care vor fi utilizate pentru a determina traiectoria deplasării optime.

Simulation of the emotional states using a biomimetic structure

Una dintre cele mai populare teorii ale emoției este cea a psihologului american Plutchik, care a propus o clasificare detaliată a răspunsurilor emoționale. El a propus un set de opt emoții de bază, care sunt împărțite în patru perechi de stări opuse: bucurie-tristețe, acceptare-dezgust, surpriză-anticipare și furie-frica. Toate aceste emoții sunt considerate înnăscute. Aceste pot fi folosite pentru percepția satisfacției pacientului, respectiv pentru eficiența algoritmului de conducere și suprapunerea rezultatelor peste cerințele inițiale.

Simulation model for designing the power lines

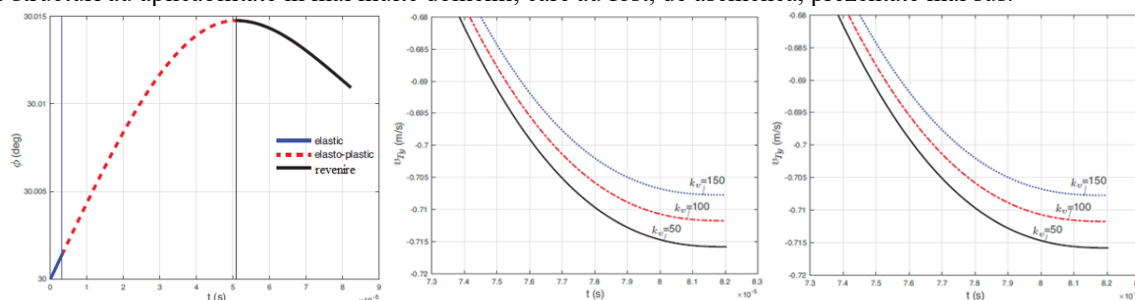
O simulare a unui sistem electric sau electronic poate duce proiectarea la un nivel superior, îmbunătățindu-i fiabilitatea și eficiența, dezvoltând defectele de proiectare înainte de producerea efectivă a dispozitivului. Această etapă de proiectare poate evidenția comportamentul sistemului în diferite condiții, aducând la suprafață defecte de proiectare care prezintă diferite probleme ascunse. În special, pentru sistemele scumpe și complexe, sculele de fabricație sunt scumpe, plăcile de testare nu sunt practice, iar testarea comportamentului semnalelor interne este extrem de dificilă. Prin urmare, aproape toate proiectele pentru astfel de sisteme se bazează în mare măsură pe modelarea și simularea componentelor.

Studiu impact mecanic

Folosind scaunul cu roțile controlat de computer, persoanele cu nevoi speciale pot fi susținute și de un braț robot care ridică obiecte, pornind sau oprind intrerupătoare, deschizând sau închizând ușile, preparând ceai și trăgând sertarele. Luând în considerare particularitățile unor astfel de aplicații, este necesar să se ia în considerare impactul mecanic la proiectarea structurilor robotizate. În acest fel se va obține o structură mecanică adaptată, dar va fi, de asemenea, posibil să se proiecteze și să se implementeze un sistem de control mai eficient. Pentru că evaluarea situației reale să fie cât mai eficientă, luarea în considerare a frecării este un factor important. Am propus un model pentru impactul mecanic, menit

să susțină o procedură de proiectare mai precisă pentru sistemele de mecatronică și robotică.

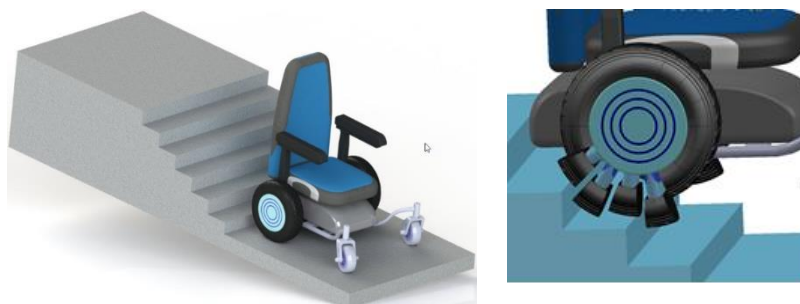
Scopul cercetării noastre a fost de a oferi o soluție care poate susține procesul de proiectare a structurilor robotizate. Aceste structuri au aplicabilitate în mai multe domenii, care au fost, de asemenea, prezentate mai sus.



Unghiul de impact, în grade, în timpul impactului. Viteza normală de ricoșeu a punctului de impact ca și funcție a coeficientului de frecare vâscoasă. Viteza unghiulară de ricoșeu a legăturii ca și funcție a coeficientului de frecare vâscoasă.

Studiu deplasare pe teren denivelat, pantă sau scări

Unul din studiile realizate în cadrul proiectului, a avut ca rezultat o soluție pentru deplasarea scaunului pe un teren cu denivelări, sau pentru deplasarea pe scări. Acesta impune o soluție relativ simplă care necesită înlocuirea roților motoare ale unui scaun electric cu un set de roți spițate cu geometrie variabilă bazat pe fluide rheologice.



Scaun pentru deplasări pe teren denivelat, pe pantă sau scări

Studiu privind evaluarea calitatilor functionale ale scaunului rulant motorizat din punct de vedere al unui utilizator cu nevoi speciale

După dezvoltarea și testarea soluțiilor prezentate anterior a fost dezvoltat un studiu pentru a evalua calitățile produsului obținut, din punct de vedere al unor utilizatori cu nevoi speciale. Pentru realizarea acestui studiu a fost realizat un formular de evaluare care parcurge toate domeniile vizate, enumerate anterior.

Acest studiu a tratat următoarele aspecte:

- Evaluarea calitatilor functionale ale scaunului rulant motorizat din punct de vedere al unui utilizator cu nevoi speciale.
- Evaluarea impactului sistemului inteligent de conducere asupra calitatilor functionale initiale ale scaunului rulant – durabilitate, forta, stabilitate si eficienta.
- Evaluarea efectelor reconfigurarii scaunului cu rotile pentru persoanele cu nevoi speciale.
- Evaluarea eficientei prescrierii fotoliului rulant

Rezultate asteptate: Rezultate teste functionale

Categorie activitate: A2 – Cercetare industrială

CONCLUZII

Raportul științific detaliat pune în evidență soluțiile științifice pe care echipa de lucru a Proiectului 1 le ofera pentru cerințele Etapei 3. În raportul științific detaliat încărcat pe platforma proiectului P1 (<http://cidsactech.ucv.ro/data/uploaded/Documente/RAPORT%20CIDSACTEH%20P1%202020%20UCV.pdf>), se pot vizualiza soluțiile/rezultatele pentru cercetări aferente Etapei 3. Proiect 1 “Conducerea inteligentă și distribuită a 3 sisteme autonome complexe integrate în tehnologii emergente către asistare personală medico-socială și deservire de linii de fabricație flexibilă de precizie”.

DISEMINARE

Articole (ISI sau BDI) - <http://cidsactech.ucv.ro/index.php/Publicatii>

1 ISI- Paper

1) Dorian Cojocar, Dan B. Marghitu, "Impact Behavior of a Rotating Rigid Body with Impact and Viscous Friction", Mathematical Problems in Engineering, ISSN: 1024-123X (Print), ISSN: [1563-5147](https://doi.org/10.1155/2020/1563-5147) (Online), Vol. 2020, Article ID

5471629, 11 pages, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5471629>, ISI Web Of Sciences CiteScore 1.800. Impact Factor 1,009 – lucrare în curs de indexare.

BDI – IEEE XPLORE

- 2) 1. Marghitu D.B., Cojocaru D. (2020) *Nonlinear Dynamics of a Spatial Two Link Chain. Advances in Service and Industrial Robotics*. RAAD 2020. Mechanisms and Machine Science, vol 84. Springer, pp 466-475, ISBN 978-3-030-48988-5, https://doi.org/10.1007/978-3-030-48989-2_50
- 3) Andrei Dragomir, Liviu Florin Manta, Alexandru Mariniuc and Dorian Cojocaru, *Interdisciplinary technical competitions – a case study*. EAEEIE 2020 - 30th Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE), ISBN 978-1-7281-9327-4/20/ 2020 IEEE – lucrare acceptata pentru publicare.
- 4) R. I. Cristian, A.C. Trasculescu, F.L. Besnea (Petcu), S.I. Cismaru and R.D. Antohi, Simulation Model for Designing the Power Lines for Low-Frequency;, 2020 24th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania, 2020, - in curs de publicare

Prezentări în cadrul unor manifestări naționale organizate în 2019 :

1. Prezentarea proiectului CIDSACTEH în cadrul evenimentului „Noaptea cercetătorilor –Doing Research Midnight in Romania –DoReMi-Ro” 27 Noiembrie 2020 organizat la Universitatea din Craiova. <http://cidsactech.ucv.ro/index.php/Noaptea-Cercetatorilor>

PREZENTAREA STRUCTURII OFERTEI DE SERVICII DE CERCETARE ȘI TEHNOLOGICE CU INDICAREA LINK-ULUI DIN PLATFORMA ERRIS SERVICII DE CERCETARE ȘI TEHNOLOGICE

Denumire

- *Analiza structurală și arhitecturală a platformelor mobile pentru persoane cu dizabilități*
- *Analiza și selectarea soluțiilor integrare și interfațare a sistemelor senzoriale în arhitecturi de conducere pentru platforme mobile destinate persoanelor cu dizabilități*
- *Studiu privind "Integrarea Senzorilor Inteligenți în Structuri de Conducere pentru Roboți"*
- *Servicii de proiectare asistată a platformelor mobile pentru persoane cu dizabilități*
- *Servicii de integrare și interfațare a sistemelor senzoriale în arhitecturi de conducere pentru platforme mobile destinate persoanelor cu dizabilități*

Link: <https://erris.gov.ro/Computer-Aided-Design-CAD--C>

PROIECT 2

”Modelarea, simularea și implementarea configurațiilor distribuite de senzori și sisteme servoing vizuale destinate tehnologiilor hibride pentru produse reutilizabile pe linii de fabricație flexibilă, de precizie, de laborator (linii de mecatronică) și industriale, cu sisteme autonome complexe integrate”

Etapa 3 (2020)

Dezvoltare și testare de algoritmi de conducere a fabricației prin integrare de tehnologii avansate

Rezumatul etapei

În aceasta etapa au fost desfășurate patru activități, cf. Planului de realizare a proiectelor componente :

Activitatea 3.5: Modelarea sistemelor servoing vizuale (SSV) utilizate în controlul liniilor mecatronice de precizie și analiza comparativă prin simulare a performanțelor SSV.

Activitatea 3.6: Proiectarea și implementarea unui algoritm de încapsulare a diferitelor modele de bază ale comportamentului dinamic a unui sistem într-un modul definit ca resursa software (asset). Integrarea tehnologiei funcțiilor bloc cu tehnologia cloud computing, prin crearea unei biblioteci de resurse software accesată în cloud la nivel Software as a Service (SaaS).

Activitatea 3.7: Integrarea tehnologiei hardware-in-loop în modelarea liniilor de fabricație. Asocierea unei arhitecturi Real-in-loop (RIL) care permite accesul la sisteme servoing vizuale printr-un mecanism multi-modal de interacțiune atașabil unui model comportamental specific. Proiectarea și validarea mecanismelor de control specifice mediilor colaborative.

Activitatea 3.8: Testare în laborator în regim de simulare a sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM. Valorificarea rezultatelor testării în vederea optimizării conducerii liniilor de asamblare/dezasamblare asistate de platforme robotice colaborative din categoriile SAC-ARP și SAC-VAM.

Descrierea științifică și tehnică

Activitatea 3.5: Modelarea sistemelor servoing vizuale (SSV) utilizate în controlul liniilor mecatronice de

precizie și analiza comparativă prin simulare a performanțelor SSV.

3.5.1. Caracterizarea proceselor de baza

În această activitate s-a avut în vedere identificarea unor metode complexe prin care traiectoria unui manipulator electric să fie ajustată în timp real, prin corecții iterative calculate pe baza unui model de control ce folosește ca feedback trăsături ale imaginilor extrase la fiecare iterație. În ce privește aplicația menționată pe linia flexibilă de asamblare, sistemele servoing vizuale (SSV) sunt necesare pentru a îmbunătăți procedurile de verificare/înlăturare a pieselor rezultate în urma asamblării/dezasamblării, executate cu brațul robotic al stației de lucru nr. 3. Cercetarea și implementarea sistemului propus s-au făcut atât prin experimentare pe linia robotică de laborator cât și pe un model de tip Digital Twin al stației robotice principale. Rezultatele analizei au condus la elaborarea unei metode robuste de extragere a trăsăturilor din imagini pentru conducerea SSV.

Pentru exemplificare, în Fig. 1 este redată o captura a Stației 3 din simulatorul CIROS. Manipulatorul ABB-IRB120 asigură preluarea unei piese de tip C din magazie și asamblarea acesteia în pinii piesei de tip B. Asamblarea se realizează în poziția de indexare a benzii transportoare, ținând cont de rețeta curentă de asamblare – culoarea fiecărei piese de tip C și poziția de asamblare pe piesa B.

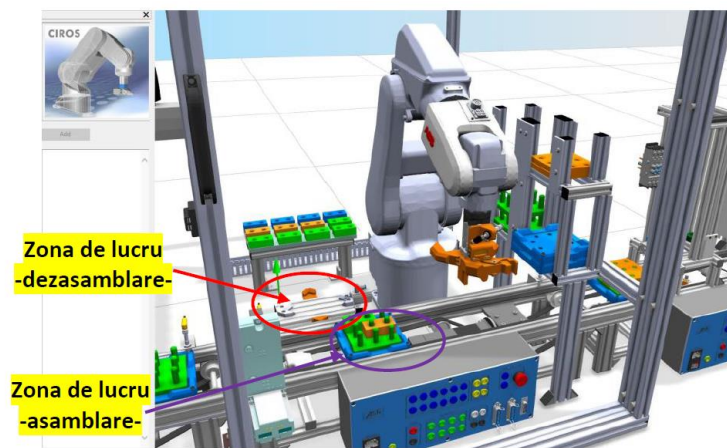


Fig. 1. Stația 3 - asamblare piese tip C – Simulator CIROS

În abordarea curentă s-a urmărit verificarea la finalul montajului pieselor de tip C având în vedere următoarele etape:

1. Rutina de detecție principală: verificarea numărului de piese tip C montate pe piesa suport B;
2. Rutina de detecție a erorilor de asamblare: verificarea pinilor piesei de tip B.
3. Rutina de detecție – optimizare: validarea pieselor de tip C
4. Rutina IBVS: calculul coordonatelor și a unghiului de rotație la piese de tip C invalide.

3.5.2. Proceduri de prelucrare a imaginilor

Pentru analiza imaginii în postul de preluare piese sunt utilizate două camere video/ foto industriale. Prima cameră video conține un senzor de imagine CMOS cu rezoluția de 5 Mega pixeli cu 1/ 2.5 inches format optic. Camera Arecont® Vision este un echipament video IP, compact, compatibil cu protocolul de compresie video H.264. Aceasta oferă imagini dinamice la o rezoluție maximă de 2560×1920 pixeli și 14 fps. A doua cameră video, echipamentul O3D303 produs de IFM®, evaluează distanța, nivelul și volumul pentru imaginea achiziționată. Senzorul vizual 3D este capabil să emită foarte multe valori ale distanței măsurate în infraroșu într-o singură operațiune. Datele de ieșire ale senzorului reprezintă imagini 3D de tip distanță (adâncime) și imagini de amplitudine la rezoluția de 352×264 pixeli. Figura 2 evidențiază linia de asamblare, serverul de calcul și toate componentele serverului de comunicație, adresele IP și alte descrieri utile. Serverul de calcul este reprezentat de un computer, având instalate aplicațiile software Matlab® R2019a și Matlab® RT v96. Aplicația software *IBVSViewer* ce include algoritmul de analiză de imagine pentru *IBVS*, este instalată pe computer și procesează comenzi primite de la linia de asamblare prin serverul Modbus existent. Serverul de calcul are patru rutine principale: o rutină de calibrare a camerei video Arecont® Vision, o rutină de detecție principală pentru culorile diferite ale pieselor de tip C, o rutină de detecție secundară pentru validarea pieselor de tip C în procesul de asamblare și o rutină *IBVS* pentru calcularea parametrilor piesei de tip C cu scopul de a fi manipulată de către brațul robotic. Scopul rutinei de detecție secundară este de a valida piesele de tip C pentru procesul de asamblare, în funcție de regulile și constrângerile manipulatorului robotului. Procedura de segmentare pentru culoare este asemănătoare celor pentru rutina de calibrare și de detecție principală, diferența fiind dată de un număr mai mare al proprietăților evaluate de funcția de analiză a regiunilor.

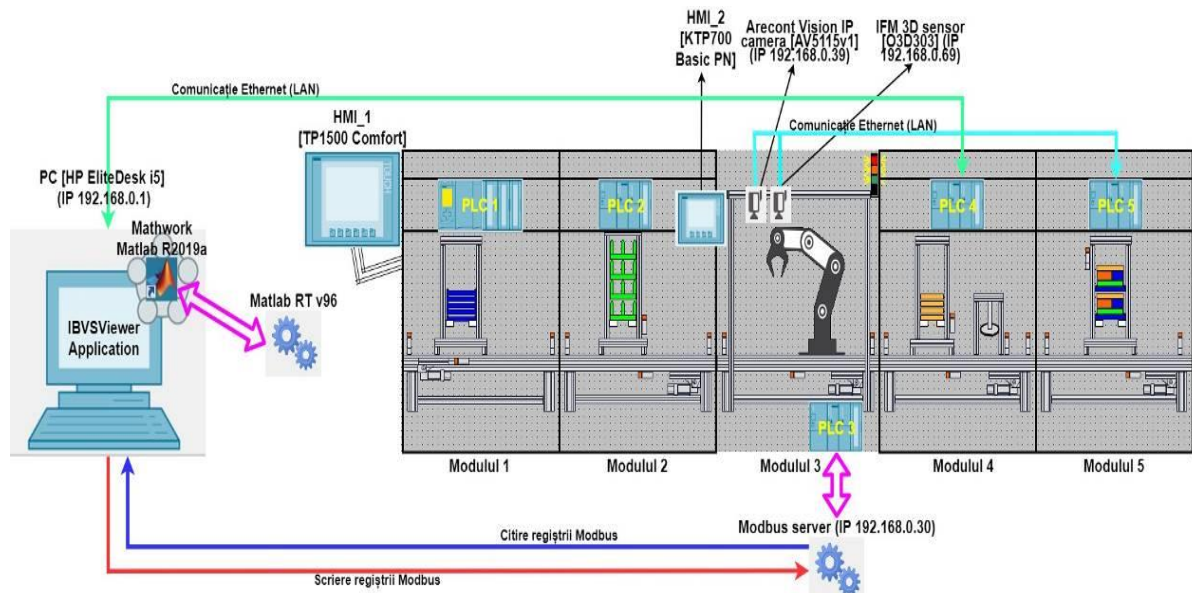


Fig. 2. Schema liniei flexibile de asamblare și a serverelor de calcul și de comunicație

Pentru calculul amprentei orizontale sau verticale a pieselor de tip C, este nevoie doar de evaluarea proprietăților de centroid și casetă de încadrare a acestora. Astfel, coordonatele punctelor amprentei pentru piesa de tip C se obțin din fracții de lungime sau lățime a casetei de încadrare scăzute din coordonatele centroidului.

În Tabelul 1 sunt prezentate rezultatele temporale pentru cele patru rutine ale algoritmului de analiză a imaginii pentru *IBVS*, în diferite configurații: aplicație software Matlab® cu și fără elemente *GUI* (*IBVViewer* și *IBVSCmd*) și aplicație Matlab® compilată cu și fără elemente *GUI* (*IBVViewer* și *IBVSCmd* compilate). Cele mai bune valori pentru media timpilor de execuție din mai multe experimente ale algoritmului propus pentru *IBVS* sunt evidențiate în tabel cu culoarea gri.

Tabelul 1. Rezultate temporale ale algoritmului propus pentru *IBVS* în diferite configurații

Rutina	<i>IBVViewer</i> (s)	<i>IBVSCmd</i> (s)	<i>IBVViewer</i> compilat (s)	<i>IBVSCmd</i> compilat (s)
Calibrare	0.76	0.13	0.342	0.096
Detecție principală	0.43	0.092	0.241	0.074
Detecție secundară	0.518	0.232	0.476	0.224
<i>IBVS</i>	0.385	0.128	0.286	0.106

3.5.2. Algoritm de detecție a erorilor de asamblare în timp real

Algoritm propus pentru detecția în timp real a erorilor de asamblare înglobează rutine simple, dar eficiente pentru analiza imaginii, având rolul de a asigura procesarea rapidă. Figura 3 descrie diagrama funcțională a algoritmului propus pentru detecția erorilor de asamblare. În procesul de segmentare pentru culoare, este folosită o strategie de conversie din spațiul de culoare *RGB* în *YCbCr*.

Activitatea 3.6: Proiectarea și implementarea unui algoritm de încapsulare a diferitelor modele de bază ale comportamentului dinamic a unui sistem într-un modul definit ca resursă software (asset). Integrarea tehnologiei funcțiilor bloc cu tehnologia cloud computing.

3.6.1. Definierea conceptului de resursă software de tip funcție bloc

Construcția modelelor care vor fi rulate pe *PHS_SVF* presupune utilizarea funcțiilor bloc predeterminedate care vor fi asamblate pe baza unei strategii de proiectare care depinde de experiența utilizatorului. Aceste strategii sunt stocate în baza de date, într-o formă modulară standardizată, similar cu un dispozitiv independent definit ca resursă software, reprezentată ca un bloc funcțional (FB), așa cum este propus de standardul IEC 61499. FB pot fi utilizate pentru a descrie logica de control descentralizată și proprietățile dispozitivelor, cum ar fi interfețele lor, așa cum este ilustrat în fig. 4. Pentru a extinde și mai mult interoperabilitatea soluției propuse și pentru a oferi suportul necesar pentru crearea unei platforme solide de schimb pentru profesioniștii din domeniu, toate resursele software sunt introduse într-o bibliotecă deschisă on-line. Accesarea bibliotecii se face în baza unei arhitecturi dedicate de sistem, definit în cele ce urmează cu indicativul BIB. Sistemul BIB are o arhitectură ierarhizată, proiectată astfel încât să evidențieze conceptul de servicii software auto-adaptive distribuite, necesare în automatizarea proceselor industriale.

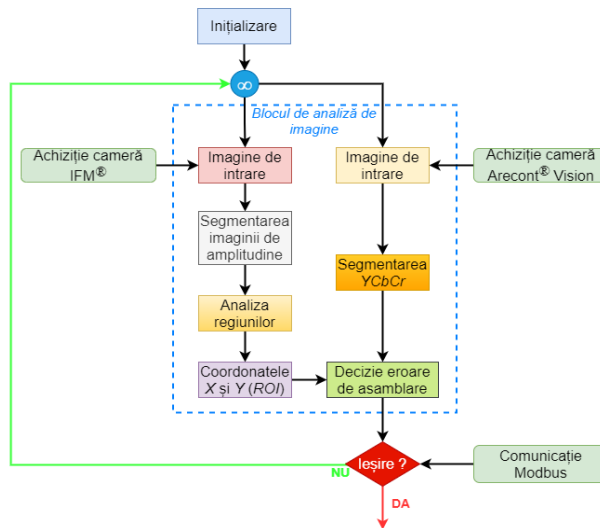


Fig. 3. Diagrama funcțională pentru algoritmul de detecție în timp real a erorilor de asamblare

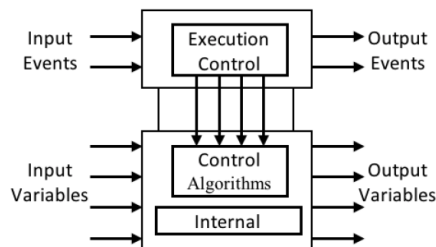


Fig. 4. Reprezentarea unei funcții de bloc conform standardului IEC 61499.

3.6.2. Arhitectura sistemului BIB

Componentele sistemului

Sistemul este proiectat ca o aplicație bazată pe web, care să permită utilizatorilor din industrie să acceseze și să execute diferiți algoritmi complecși sau diferite strategii, pe baza datelor memorate din proces și să optimizeze parametrii procesului pe baza acestor rezultate. Aplicația web este editată pe o platformă cloud, unde sunt definite două servicii de stocare, Data as a Service (DaaS) și Algorithm as a Service (AaaS), cât și două servicii de execuție, Model as a Service (MaaS) și Control as a Service (CaaS).

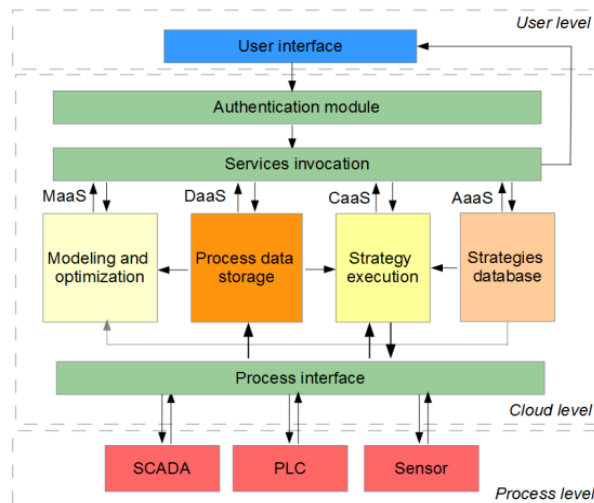


Fig.5 Arhitectura sistemului BIB

Arhitectura sistemului este prezentată în Fig. 5. Un utilizator poate accesa interfața web pentru a solicita unul dintre serviciile disponibile. Modulul de Autentificare restricționează accesul unui utilizator doar la informațiile generale și informația sa personală. Serviciile disponibile sunt organizate în patru module: modulul de Modelare și Optimizare oferă MaaS, modulul de Stocare a Datelor din Proces rezolvă cererile DaaS, modulul de Execuție a Strategiilor implementează CaaS, iar modulul Baza de Date de Strategii este responsabil pentru AaaS.

Tehnologii utilizate

Ca mediu de execuție runtime a funcțiilor bloc IEC 61499 s-a ales instrumentul gratuit FBRT, bazat pe Java. Pentru a face rezultatele execuției disponibile ca servicii, permițând astfel comunicația inter-module în cloud, s-au definit interfețe RESTful care folosesc servicii web peste HTTP pentru transferul datelor. La selectarea celei mai bune infrastructuri cloud pentru aplicații de conducere automată avansată am ales Docker, o tehnologie deschisă (open source) care oferă o virtualizare la nivelul sistemului de operare. Docker face posibilă automatizarea procesului de includere a unei aplicații în containere (incapsulare) și oferă o interfață de înalt nivel pentru administrarea containerelor.

Detalii de implementare

Sistemul cuprinde patru module de bază care sunt instanțiate în funcție de numărul de utilizatori și de serviciile și aplicațiile cerute de aceștia. Componentele fiecărui modul, prelucrarea datelor și interacțiunea cu alte componente ale sistemului sunt prezentate în Fig. 6. Fluxul de date CaaS între componentele modulului de Execuție a Strategiilor este ilustrat cu roșu. Partea verde reprezintă administrarea cererilor DaaS utilizând componentele modulului de Stocare a Datelor din Proces. Liniile albastre conectează modulul de Modelare și Optimizare la alte componente ale sistemului. Liniile purpurii furnizează accesul la modulul Bazei de Strategii.

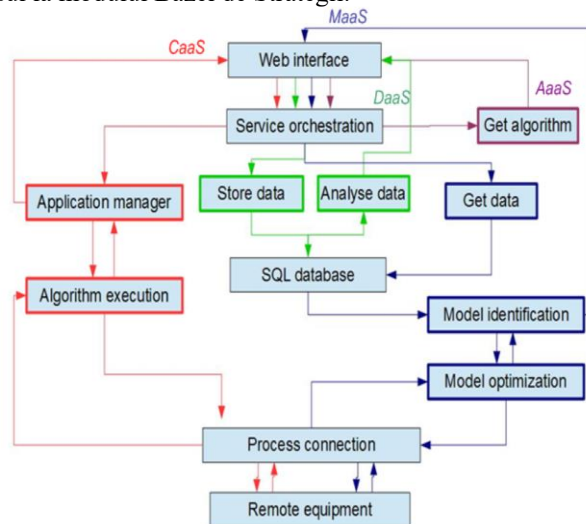


Fig. 6 Interconectarea modulelor sistemului.

3.6.3 Specificații tehnice pentru integrarea componentelor sistemului

Modelul conceptual de servicii

Pentru a realiza implementarea proiectului este necesar un mediu SOA construit pe servicii web care să furnizeze o interfață pentru dispozitive IEC 61499 și sisteme distribuite de conducere automată. Aceste sisteme automate pot fi abstractizate prin dispozitive virtuale și interfațate cu o interfață REST cu scopul de a furniza blocurile constructive de bază pentru servicii și algoritmi de conducere complecși.

Structura algoritmilor

Algoritmii se livrează sub forma unor fișiere de tip *.fbt, compatibile cu toate mediile de dezvoltare care implementează standardul IEC 61499. Fiecare algoritm va fi însoțit de o scurtă descriere care să detalieze funcționalitatea îndeplinită de acesta. Algoritmii care implementează funcții mai complexe (de modelare, optimizare, analiză etc.) vor putea fi executați în bibliotecă pentru ca apoi rezultatul să fie trimis către un echipament aflat la distanță.

Activitatea 3.7: Integrarea tehnologiei hardware-in-loop în modelarea liniilor de fabricație. Proiectarea și validarea mecanismelor de control specifice mediilor colaborative.

3.7.1. Definirea conceptului de resursă software de tip funcție bloc

În cazul particular al proiectului CIDSACTEH, integrarea tehnologiei hardware-in-loop în modelarea liniilor de fabricație a avut în vedere elaborarea unei arhitecturi de simulare în timp real (concomitant cu desfășurarea procesului tehnologic) numită Real-in-loop (RIL), care permite accesul la sisteme servoing vizuale printr-un mecanism multi-modal de interacțiune atașabil unui model comportamental specific. Performanța acestei arhitecturi a fost validată prin două studii de caz, unul care a avut ca obiectiv verificarea metodei de control video în buclă (videoservoing), celălalt destinat depistării unor defecte sau anomalii în fluxul de asamblare/dezasamblare și eventual de evitare a acestora.

3.7.2 Evaluarea procedurii de control.

Specificarea modalității de evaluare

La efectuarea testelor au fost luate în considerare trei variante de lucru: 1) utilizarea unui DTA (Agregat DT) care integrează toate componentele; 2) simulare C-HIL, prin care arhitectura hardware a controlerului este interfațată cu un model al procesului industrial care se execută pe platforma de simulare; 3) integrarea a două DTI (Instanțe DT) diferite,

SIL-DT și respectiv HIL-DT. Testele finale au fost efectuate pentru varianta 3, care permite simularea oricărui tip de scenariu. Pentru analiza performanței globale a fost luată în considerare o structură generală de control care are scopul de a compensa erorile cauzate de incertitudinile comportamentale și modificările de context prin controlul activ al rejecției perturbațiilor (*Disturbance Rejection Control* - DRC). Acest tip de controler este o variantă a controlerului clasic PID, care poate fi asociat cu un controler de eroare de stare neliniar (*Nonlinear State Error Controller* - NLSE). Controlerul DRC va face obiectul simulării C-HIL. Pentru simularea SIL s-a folosit un algoritm de învățare prin întărire (*Reinforcement Learning* - RL).

Integrarea algoritmului RL în simularea HIL

Asocierea dintre RL și HIL este facilitată de modul similar în care are loc procesul de testare a buclei de control. Această asemănare poate fi urmărită pe schemele din fig. 7. Astfel, în fig. 7a este reprezentată schema de principiu a simulării HIL (am preferat să evităm notația DT, pentru a păstra generalitatea, în sensul că HIL poate fi realizat și în versiunea hibridă), dar bineînțeles simulările HIL sunt utilizate ca nucleu al DT-urilor. Fig. 7b prezintă schema de principiu a unui algoritm RL, iar în fig. 7c este ilustrată o schemă compozită în care simularea este chiar mediul RL. Agentul poate utiliza aceeași strategie ca cea deja construită pentru simularea HIL, cu mențiunea că pentru a stabili recompense sunt folosiți senzorii suplimentari.

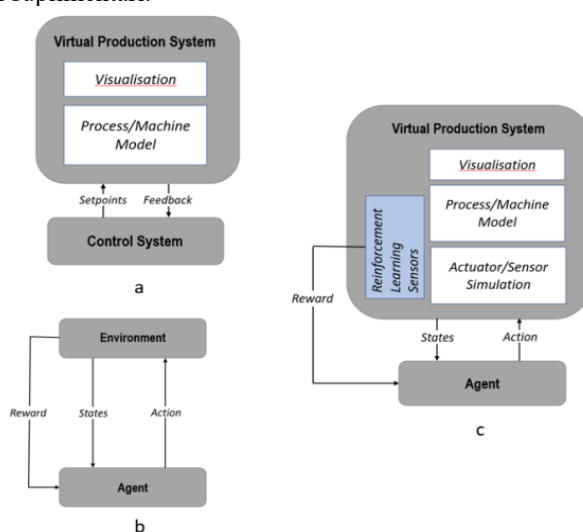


Fig. 7. Comparație între HIL și RL: a) Simulare HIL b) Schema RL c) Schema RL pe o simulare HIL

Rezultate experimentale

Supportul logistic pentru efectuarea testelor este modelul de laborator pentru o linie flexibilă de asamblare a produselor industriale cu 5 stații de lucru (module), prezentat în fig. 2. Combinația de instrumente de simulare RL și HIL a fost testată în diferite scenarii care constau în monitorizarea fluxului pieselor pe banda transportoare. Astfel, în fluxul tehnologic avem două proceduri de control - una pentru acționarea benzii transportoare (realizată ca un sistem DRC cu evenimente discrete), cealaltă pentru controlul brațului robotului (videoservoing). Simularea HIL este utilizată pentru testarea și evaluarea primei proceduri (pentru viitor se consideră că se adaugă și o simulare SIL pentru un controler NLSE), iar pentru a doua procedură se folosește o combinație a unui algoritm RL cu un simulator HIL. În ceea ce privește banda transportoare, viteza este pre-programată și este menținută constant, iar sistemul automat de control (implementat pe un PLC) decide doar momentul declanșării evenimentului inițial al mișcării de la o stație la alta. Tabelul 2 prezintă câteva rezultate comparative. De exemplu, în cel mai simplu scenariu cu maxim 3 acțiuni, agentul are nevoie de aprox. 400 de stări pentru a găsi strategia optimă, iar în cazul unui scenariu cu 5 acțiuni posibile, durata crește cu aproximativ 30%.

Tabelul 2. Durata antrenamentului

Aplicatie	Număr de stări de proces	Număr de stări de antrenare
O singură piesă tip A, B, D	3	420
O singură piesă tip C	5	560
Două piese de tip C+A/B/D	10	680
Toate tipurile de piesă A, B, C, D	24	820

3.7.3 Procedură de îmbunătățire a robusteții prin injectarea de erori artificiale într-un mediu virtual.

Metoda propune utilizarea unui mediu virtual pentru injectarea și evaluarea impactului erorilor artificiale asupra robusteții sistemului. Această metodă utilizează reprezentarea FSM (Finite State Machine) a procesului corelată cu analiza modului de producere și a efectului unei defecțiuni - FMEA (Failure mode and effect analysis) pentru a cuantifica dinamic acest impact. Metoda implică doi pași: 1) construirea unui model de comportament în mediul virtual și 2) analiza modelului sub injecție artificială de eroare.

Modelarea comportamentului (Fig. 8) este o reprezentare DT a sistemului, cu toate fazele, nodurile și dependențele. Acest lucru se poate face printr-un FSM în care diferite diagrame surprind diferite niveluri de detaliu ale instalației industriale, precum și dependențe între diferite noduri, permițând o abordare *top-down* (de sus în jos).

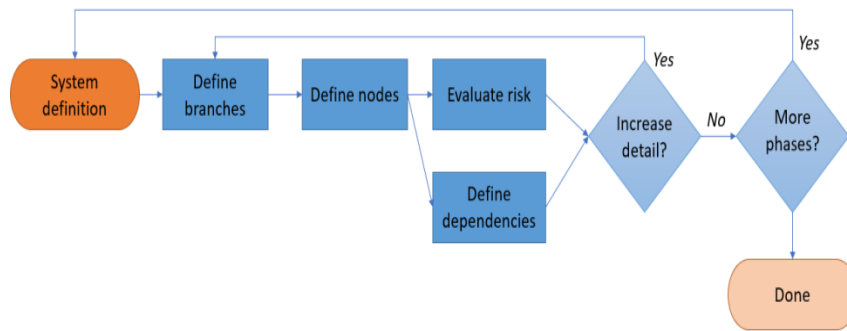


Fig. 8. Construirea modelului de comportament

Pentru fiecare stație a liniei de fabricație a fost construită o reprezentare FSM. Analiza FMEA a fost aplicată pe această stație luând în considerare pentru fiecare element posibile moduri, cauze și efecte de eșec și atribuirea unui risc având în vedere un factor între 1 și 10 pentru gravitatea evenimentului, probabilitatea de apariție și ușurința de detectare a acestuia. Înmulțind acești indici obținem un factor de risc care variază de la 1 la 1000. Valoarea riscului este denumită RPN (*Risk Priority Number*). Prin suprapunerea indicilor de risc asupra elementelor reprezentate în diagrama FSM, putem calcula factorul de risc global ca suma tuturor riscurilor posibile ale tuturor elementelor legate.

Activitatea 3.8: Testare în laborator în regim de simulare a sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM. Valorificarea rezultatelor testării în vederea optimizării conducerii liniilor de asamblare/dezasamblare asistate de platforme robotice colaborative din categoriile SAC-ARP și SAC-VAM.

Pentru această activitate au fost efectuate teste care să permită validarea unor proceduri de conducere a unui robot autonom mobil care să poată asigura operații de transport de piese ca auxiliar la operațiile de asamblare/dezasamblare efectuate pe linia flexibilă de laborator. În fig. 9 este reprezentată schema bloc al modulelor funcționale de bază: i. Funcția de creare traseu; ii. Funcția de redare a poziției actuale; iii. Funcția de ocolire obstacol; iv. Funcția de mapare.

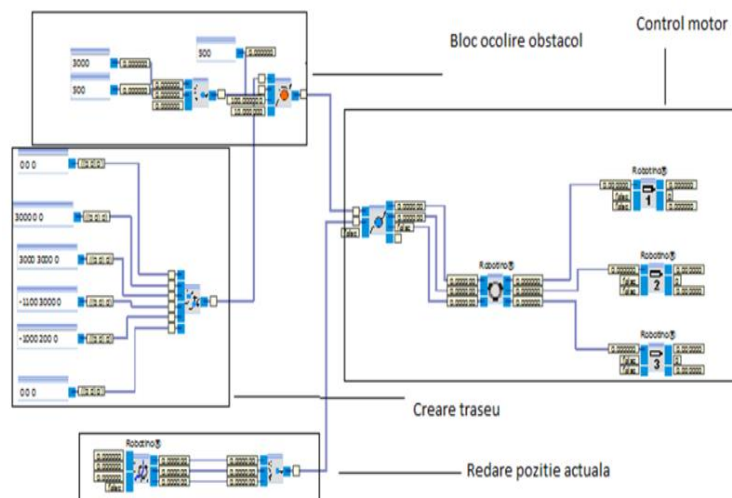


Fig. 9. Interconectarea modulelor program

CONCLUZII

Raportul științific pune în evidență soluțiile pe care echipa de lucru a Proiectului 2 le oferă pentru cerințele Etapei 3 (2020). În Raportul științific detaliat încărcat pe platforma proiectului P2 (<http://cidsacteh.upb.ro/index.php/ro/rezultate/19-rapoarte>), se pot vizualiza soluțiile și rezultatele pentru cercetări aferente **Etapei 3. Proiect 2** „Dezvoltare și testare de algoritmi de conducere a fabricației prin integrare de tehnologii avansate”.

REZULTATE ETAPA 3

1. Procedură de încapsulare a modelelor virtuale ca resurse software de tip funcții bloc.
2. Bibliotecă deschisă de resurse software implementată în cloud
3. Model experimental HIL în mediul Digital Twin pentru evaluarea performanței sistemului de control
4. Procedura de evaluare a factorului de risc în procesele robotizate de asamblare/dezasamblare

5. Structura optimizata de conducere a bratului robot care echiipează SAC-ARP prin visual servoing.
6. Metodă robustă de extragere a trăsăturilor din imagini pentru conducerea sistemelor servoing vizuale .

INDICATORII DE REALIZARE ATINSI

Activitatea 3.5.

- Procedură de ajustare în timp real a traiectoriei unui manipulator prin corecții calculate cu un model de control ce folosește ca feedback trăsături ale imaginilor extrase la fiecare iterație (Produs software nou)
- Metodă de extragere a trăsăturilor din imagini pentru conducerea SSV (Produs software nou)
- Algoritm de detecție a erorilor de asamblare în timp real

Activitatea 3.6.

- Bibliotecă on-line de resurse software implementate ca funcții bloc (Produs informatic nou)
- Algoritm de automatizare a procesului de încapsulare a FB în containere cu tehnologie Docker

Activitatea 3.7.

- Arhitectură hibridă Real-in-Loop care integrează în mediul de simulare DT scheme de testare HIL (Hardware-in-Loop) și SIL (Software-in-Loop) - (în teste, brevetare posibilă)
- Procedura de eliminare în timp real a incertitudinilor parametrice ale sistemelor servoing vizuale printr-o metoda de control adaptiv sensibilă la modificările de context - (în teste, brevetare posibilă)

Activitatea 3.8.

- Proceduri de conducere a unui robot autonom mobil în mediu cu obstacole pentru operații de transport de piese la linia mecatronica de laborator de asamblare/dezasamblare.

DISEMINARE

Lucrări elaborate de colectiv in 2020

Articole în reviste (ISI)

1. J.I.R. Cojocaru, D. Popescu: "Image Analysis Algorithm for Image Based Visual Servoing of a Robotic Assembly Line", U.P.B. Sci. Bull., in evaluare.
2. R. Dobrescu, S. Mocanu, O. Chenaru, M. Nicolae, G. Florea, Versatile Edge Gateway for improving manufacturing supply chain management via collaborative networks, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2020, Manuscript ID TCIM-2020-IJCIM-0166 (in evaluare)

Lucrari publicate in volumele unor manifestari stiintifice internationale:

1. J.I.R. Cojocaru, D. Popescu and L. Ichim, "Real-time Assembly Fault Detection Using Image Analysis for Industrial Assembly Line," 2020 43rd International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP), Milan, Italy, 7-9 Iulie 2020, pp. 484-487, doi: 10.1109/TSP49548.2020.9163544.
2. D. Popescu, V. Mihai, J. -I. -R. Cojocaru, C. Drăgana and L. Ichim, "Visual Servoing System for Local Robot Control in a Flexible Assembly Line," 2020 28th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), Saint-Raphaël, France, 16-18 Septembrie 2020, pp. 927-932, doi: 10.1109/MED48518.2020.9183096.
3. O. Chenaru, R. Dobrescu, G. Florea, G. Geampalia, Test Methodology for Hardware-in-Loop Assessment of Control Architectures, 24rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania, October 8-10, 2020, (in curs de indexare)

Nota: Autorii subliniați fac parte din echipa UPB pentru proiectul CIDSACTEH

LOCURI DE MUNCA SUSTINUTE PRIN PROGRAM, INCLUSIV RESURSA UMANA NOU ANGAJATA

Echipa de proiect care a contribuit la cercetari in Etapa 1.Proiect 2, este formata din 11(unsprezece) cercetatori (inclusi in lista de personal a proiectului 2). Dintre acestia fac parte doi tineri cercetatori (doctoranzi) angajați cu normă întreagă la partenerul UPB, pe poziția de Asistent de cercetare.

PREZENTAREA STRUCTURII OFERTEI DE SERVICII DE CERCETARE SI TEHNOLOGICE CU INDICAREA LINK-ULUI DIN PLATFORMA ERRIS

SERVICII DE CERCETARE SI TEHNOLOGICE

Denumire - *Linie de fabricație flexibilă de precizie si reversibila, deservita de SAC-ARP (Sistem autonom complex - Asistent Robotic Personal) si SAC-VAM (Sistem autonom complex- Vehicol Autonom Mobil)*

Descriere - Procedura de transfer în datele mediului virtual colectate în timp real din procesele de asamblare / dezasamblare. Implementarea serviciului se bazează pe două produse noi:

Procedură de ajustare în timp real a traiectoriei unui brat robotic (manipulator) (vezi <http://cidsacteh.upb.ro/index.php/ro/demonstratii>) și Metodă robustă de extragere a trăsăturilor din imagini pentru conducerea SSV (vezi <http://cidsacteh.upb.ro/index.php/ro/rezultate/20-imagini>) .

Echipamente – *SMART Flexible Assembly System , Producator: ASTI Automation SRL*

Link la platforma ERRIS: <https://erris.gov.ro/PRECI-UPB>

Research services: Pozitia **L9:Innovative Products and Processes to Increase Life Quality**

Equipments: Pozitia **SMART Flexible Assembly System**

PROIECT 3

ETAPA 3 2020

Testarea structurilor de conducere și navigație a sistemelor autonome complexe, SAC-ARP și SAC-VAM, în regim de laborator; Integrarea SAC-ARP în tehnologiile de asistare personală intra/extra spitalicească; Integrarea sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator; de mecatronică, de A/D, Hera&Horstmann; Integrarea sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator; de mecatronică, de P/R, Festo MPS200

Cercetările Etapei 3 răspund obiectivelor de cercetare aferente **Activităților 3.9, 3.10, 3.11, 3.12** din planul de realizare al proiectului complex, și au condus în final la implementarea și testarea în regim de laborator a conducerii în timp real a unui Sistem Integrat pentru Fabricație Flexibilă (SIFF), deservit de sisteme autonome complexe, SAC-ARP și SAC-VAM. În această etapă s-a definitivat structura hardware a sistemului de producție, adică s-a realizat completarea sistemului existent, destinat fabricației în flux, cu o celulă de dezasamblare flexibilă echipată cu manipulator industrial ABB și a fost realizată și implementată în timp real structura de conducere pentru asigurarea capabilității de procesare/reprocesare a liniei de fabricație utilizând sistemele autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM, care echipate cu algoritmi de conducere care dau autonomie, pot fi utilizate și în aplicații intra și extra spitalicești.

REZULTATELE OBȚINUTE

- Sistem servoing vizual mobil plasat pe manipuloarele care echipează SAC-ARP și SC-VAM;
- SAC-ARP și SAC-VAM integrate în tehnologia de asistare personală intra/extra spitalicească;
- SAC-VAM testat în acțiuni de salvare în teren accidentat;
- SAC-ARP și SAC-VAM integrate într-o tehnologie hibridă de deservire pe linii de fabricație f de precizie, de A/D și P/R, în regim de laborator;
- Rezultate ale testării în laborator a conducerii liniilor flexibile de fabricație integrate în tehnologii hibride de fabricație flexibilă de precizie, asistate de SAC-ARP și SAC-VAM;

Act 3.9 -Testarea structurilor de conducere și navigație a sistemelor autonome complexe, SAC-ARP și SAC-VAM, în regim de laborator; -Diseminare rezultate

Au fost testate structurile de la Etapa2-2019 pentru roboții Pioneer 3Dx și PeopleBot implicați în preluarea pieselor recuperate din stația de dezasamblare. Pentru navigație au fost validați algoritmi de evitare a obstacolelor și de deplasare în timp prescris, cu scopul de a asigura sincronizarea cu linia de fabricație și/sau cu cerințele impuse de utilizatorul din spital. S-a făcut testarea structurilor de conducere și navigație a sistemelor autonome complexe, SAC-ARP și SAC-VAM, în regim de laborator. Sistemele SAC-ARP au fost echipate cu sisteme de navigație pentru ocolirea obstacolelor și cu algoritmi trajectory tracking pentru deplasare în timp stabilit. Aceste structuri de conducere au fost integrate în tehnologiile de asistare personală intra/extra spitalicească, în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de A/D, Hera&Horstmann, și în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de P/R, Festo MPS200.



Figura 1

SAC-ARP considerat în această etapă este ansamblul format din robotul mobil (WMR) (PeopleBot), braț robot (Cyton) și cameră (Logitech). Camera video este plasată pe ultima secțiune a manipulatorului (lângă efectul final). WMR are sarcina de a muta manipulatorul robotic cu componenta P4-R de la S0 la depozitul stației de lucru S4.

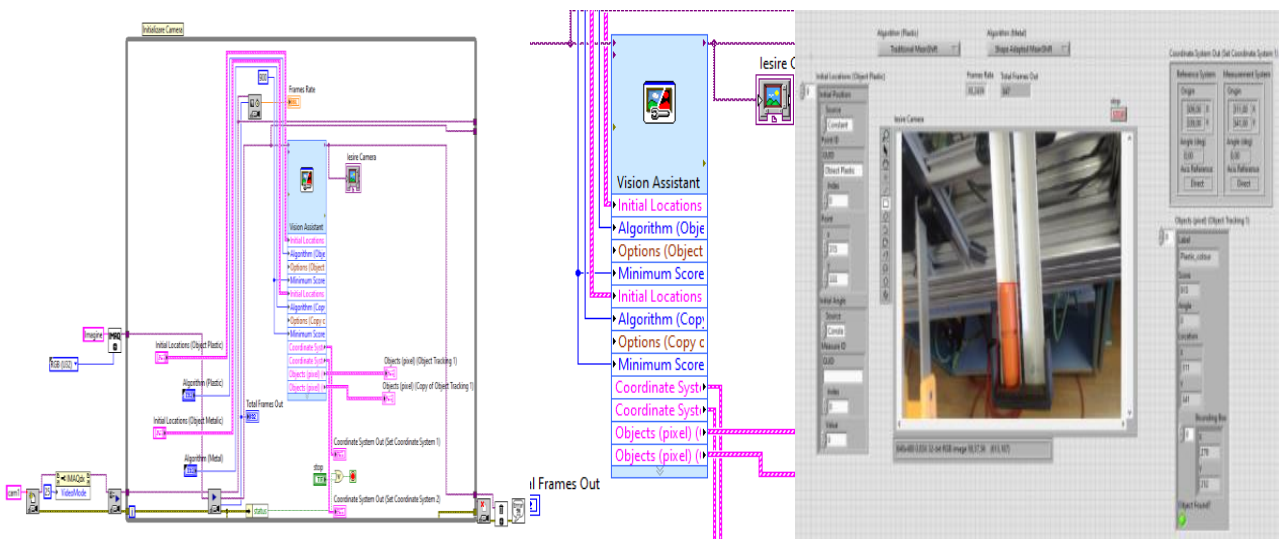


Figura 2

Mișcarea WMR este controlată cu un algoritm de urmărire a traiectoriei: aceasta înseamnă că WMR se deplasează pe o cale dorită într-un timp dat, fără a depăși restricțiile (de exemplu, limita de viteză / accelerare). Pentru a prelua componenta P4-R de pe stația de lucru S0, este propus un algoritm pentru a detecta poziția exactă a componentei, utilizând LabView (Fig.1). Acesta este utilizat în continuare pentru a controla efectorul final al manipulatorului, pe baza datelor achiziționate de la camera video. Acesta este modul în care funcționează algoritmul servoing vizual mobil. Acest algoritm este util deoarece WMR cu brațul robot nu este întotdeauna în aceeași poziție (în același punct) în fața stației de lucru pentru dezasblare (S0). Acest lucru se întâmplă din cauza incertitudinilor modelului, din cauza alunecărilor WMR sau eventualelor denivelări ale suprafeței.

Act 3.10 -Integrarea SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologiile de asistare personală intra/extra spitalicească; -Diseminare rezultate

Pentru integrarea SAC_ ARP și SAC-VAM in tehnologiile de asistare intra si extra spitaliceasca, au fost îmbunătățiți algoritmi de navigație, cu ocolirea obstacolelor fixe si mobile, dezvoltati in Etapa 2 și algoritmi de deplasare prin spatii înguste (uși, sau culoare înguste). Aceștia au fost completați cu algoritmi de preluare de obiecte utilizând algoritmi bazați pe servoing vizual, algoritmi utilizați și in sistemele complexe de deservire a liniilor de fabricație flexibilă. Algoritmi de preluare de obiecte sunt strict necesari pentru dezvoltarea tehnicilor de asistare personală.

Sistemul Visual servoing al SAC-ARP sau SAC-VAM

Pașii principali ai algoritmului de control sunt:

- 1) extrage informații vizuale utile pentru a calcula caracteristicile obiectului;
- 2) utilizează aceste informații ca intrări pentru bucla de control (știind că se calculează eroarea dintre caracteristicile vizuale curente și valorile dorite ale acelor caracteristici);

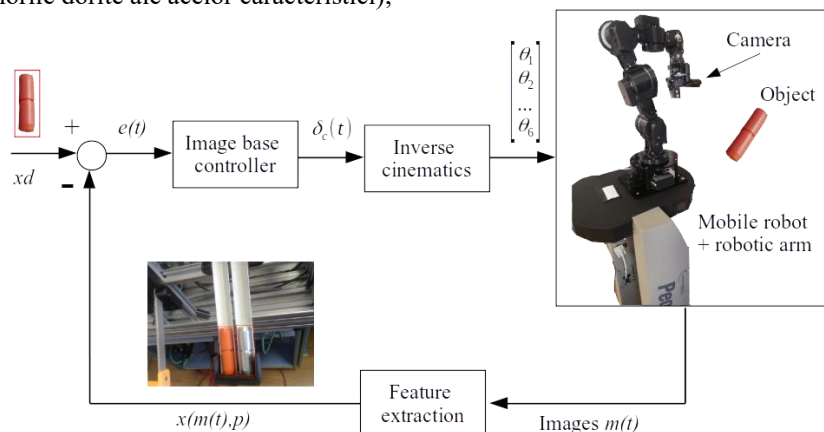


Figura 3

3) comenzile (ieșirile) (de exemplu, viteza brațului robotului) sunt calculate pentru a reduce eroarea, așa cum se vede în Fig.3 în care este reprezentată schema bloc a structurii de conducere bazate pe servoing vizual.

Implementarea în timp real are ca scop identificarea obiectelor și transportul lor în punctele corespunzătoare (fiecare dintre cele 4 obiecte, are câte un punct de destinație asociat). Pentru a îndeplini această sarcină, SAC-ARP trebuie să identifice și să preia obiectul de la stația S0 (acesta este algoritmul de control bazat pe servoing vizual) și să îl livreze la stația de destinație parcurgând o cale dorită. Conducerea navigației bazată pe Trajectory Tracking trebuie să asigure nu numai planificarea drumului pe care se face deplasarea (așa cum se poate vedea „calea„ dorită în Fig.4 din raportul extins), ci și profilurile de viteză (dimensiunea temporală - vezi Fig.5). Fig.5 și Fig.6 arată grafic rezultatele obținute în

urma implementării în timp real pe SAC-ARP (format din WMR PeopleBot și manipulator Kyton echipat cu sistemul servoing vizual). Rezultatele experimentului în timp real sunt prezentate în Fig.4, unde este afișată calea urmată SAC-ARP. Controlerul pentru gestiunea navigației este utilizat pentru a rezolva problema de urmărirea a traiectoriei cu erori minime. Fig.5 și Fig.6 arată grafic rezultatele experimentale ale algoritmului de conducere de tip „sliding-mode” utilizat pentru SAC-ARP în ceea ce privește dinamica erorii și vitezele liniară și unghiulară. Se vede foarte ușor cum controlerul proiectat, poate urmări cu precizie, traiectoria SAC-ARP sau SAC-VAM. Soluția problemei de navigație în timp minim (Trajectory Tracking) se bazează pe proiectarea unui regulator de tip „Sliding Mode”.

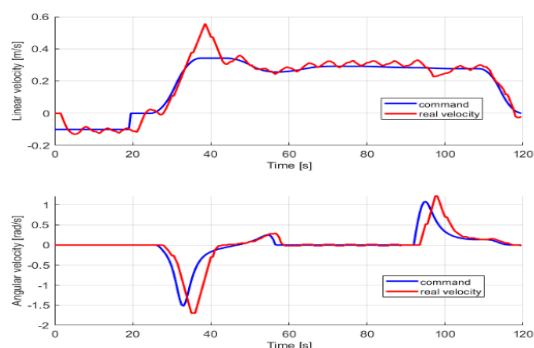


Figura 5

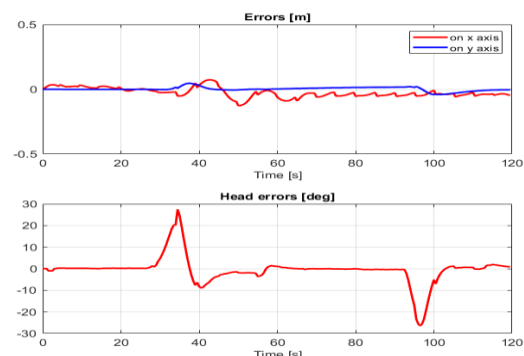


Figura 6

Rezultatele experimentului în timp real sunt prezentate în Fig.4, unde este afișată calea urmată SAC-ARP (<http://cidsacteh.ugal.ro/documente/Raport%20Proiect%20P3%202020.pdf>)

Controlerul pentru gestiunea navigației este utilizat pentru a rezolva problema de urmărirea a traiectoriei cu erori minime. Fig.5 și Fig.6 arată grafic rezultatele experimentale ale algoritmului de conducere de tip „sliding-mode” utilizat pentru SAC-ARP în ceea ce privește dinamica erorii și vitezele liniară și unghiulară. Se vede foarte ușor cum controlerul proiectat, poate urmări cu precizie, traiectoria SAC-ARP sau SAC-VAM. Soluția problemei de navigație în timp minim (Trajectory Tracking) se bazează pe proiectarea unui regulator de tip „Sliding Mode”.

Act 3.11 -Integrarea sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de A/D, Hera&Horstmann

Act 3.12 Integrarea sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologii de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de P/R, Festo MPS200

Una dintre problemele principale referitoare la sistemele flexibile de fabricație sau de asamblare este productivitatea.

Există diferite moduri de a aborda această problemă, printre care ordonarea sarcinilor, atribuirea reactivă a sarcinilor sau încercarea de reutilizare / reprocesare a pieselor neconforme.

În această etapă, a fost realizată o aplicație de conducere în timp real pentru a asigura capacitatea de reutilizare / reprocesare a pieselor neconforme într-o linie flexibilă de fabricație Mechatronics (FMML) așa cum se poate vedea în Fig.7. Linia flexibilă de fabricație, luată în considerare pentru aplicație, este o linie HERA & Horstmann Assembly Mechatronics (AML). În această etapă a fost realizată aplicația de conducere în timp real a SAC-ARP și SAC_VAM (a robotului mobil cu roți (WMR) echipat cu un manipulator 7DOF care are un sistem de servoing vizual mobil (VSS). VSS folosește arhitectura Eye-in-Hand pentru a efectua sarcini de preluare și transfer a obiectelor cu poziții a priori necunoscute. Sistemele robotizate autonome folosesc sistemele servoing vizual pentru a-și crește capacitățile de autonomie. Roboți mobili care integrează controlul servoing vizual pentru a facilita apucarea și manipularea obiectelor pe care le transferă autonom la destinație, sunt principalele subiecte ale etapei. Rezultatele detaliate se găsesc în raportul extins (<http://cidsacteh.ugal.ro/documente/Raport%20Proiect%20P3%202020.pdf>). Structura sistemului complex este prezentată în figura de mai jos: În sistemul de producție flexibil de asamblare / dezasamblare există câteva sarcini de îndeplinit. Linia inițială de asamblare / dezasamblare Mecatronică (A / DML) este compusă din 4 stații de lucru WS1, WS2, WS3 și WS4 unde este prelucrată asamblarea dintre piesa corespunzătoare și subansamblu. Pentru sarcina de demontare, se adaugă o stație de lucru, numită „Flexible Cell” din Figura 8, sau S0, care conține un manipulator industrial ABB, care efectuează operația de dezasamblare. Pentru a efectua reprocesarea, piesele rezultate în S0 trebuie identificate și apoi transportate la depozitul corespunzător al stației de lucru de asamblare. Pentru această sarcină se folosește SAC-ARP sau SAC_VAM (un robot mobil cu roți (WMR) echipat cu un manipulator). Sarcina WMR este de a livra piesa de la S0 la depozitul corespunzător al stației de lucru de asamblare în timp minim și cu ocolirea oricărui obstacol. Această sarcină este executată utilizând un algoritm de trajectory tracking. Sarcina SAC-ARP sau SAC_VAM este să identifice piesa (cu poziția necunoscută) și să o depună apoi în depozitul stației de lucru de asamblare corespunzătoare operației în care este implicată. Pentru această sarcină SAC-ARP sau SAC_VAM folosește o aplicație de conducere bazată pe servoing vizual. Aceasta aplicație este implementată în timp real utilizând LabView.

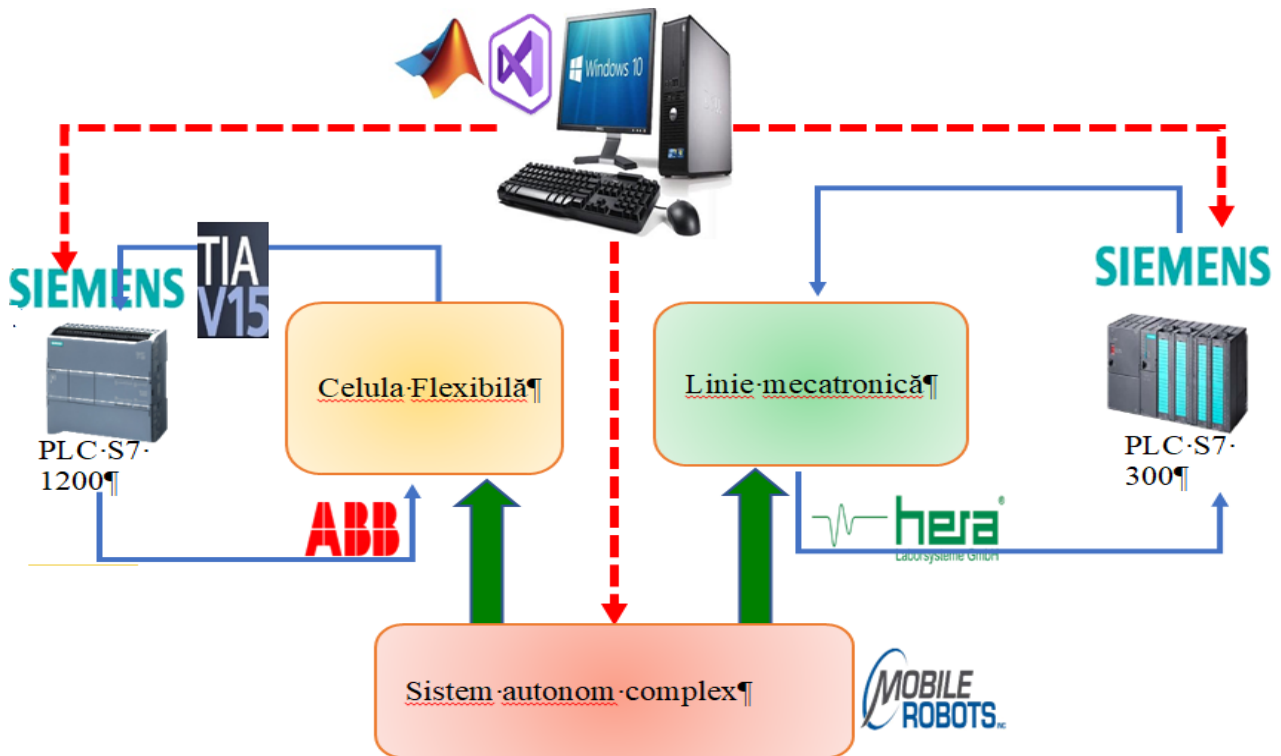


Figura 7

Conducerea acestui sistem înseamnă integrarea celor 3 subsisteme:

- **Celula flexibilă:** celula flexibilă multifuncțională (FC) echipată cu IRB ABB 6-DOF. Programarea Manipulatorului Robotic ABB folosind RobotStudio și PLC-ul Siemens S71200
- **Linia de mecatronică:** comanda de asamblare/dezasamblare se face strict prin "Sistemul Central"- PLC-ul Siemens S71200 și panou operator HMI
- **Sistem autonom complex (SAC-ARP sau SAC-VAM):** Poziționarea RM: trajectory-tracking și sliding-mode control (TTSMC)+ Preluarea și eliberarea piesei : tehnologia VSS "eye-in-hand"

Pentru conducerea acestui sistem și sincronizarea operațiilor, a fost proiectată o interfață HMI. În funcție de opțiunea aleasă în HMI și anume **Produx Tip 1** sau **Produx Tip 2**, se determină locația unde are loc asamblarea produsului și mutarea /transportul acestuia către punctul final de depozitare.

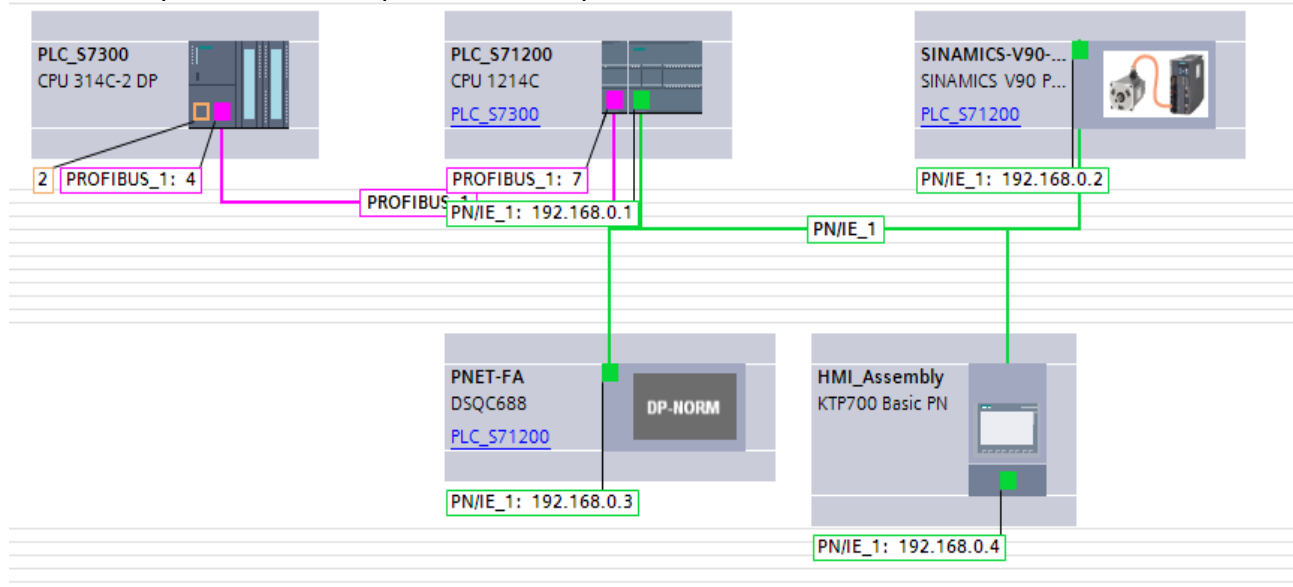


Figure 8

Arhitectura sistemului central de conducere a linie este reprezentată în schema de structură de mai jos: Sistemul central de automatizare proiectat. Interfața HMI



Figure 9

Diseminare rezultate

-*Improved Image Processing Algorithm for Quality Test on a Flexible Manufacturing Mechatronic Line*, Marius-Adrian Păun, Eugenia Minca, Adrian Filipescu, Octavian Gabriel DUCA, Adriana Filipescu, 24rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania during October 8-10, 2020, (in curs de indexare)

- *Optimal control of a flexible assembly technology on a mechatronics line with integrated industrial robotic manipulators*, Octavian Duca, Eugenia Minca, Adrian Filipescu, Henri-George Coanda, Florin Dragomir, Adriana Filipescu, Journal: Sensors, Manuscript ID: SENSORS, 981733, 2020, pg.921-926, 978-1-7281-9809-5/20/\$31.00 ©2020 IEEE

-*Manufacturing Technology on a Mechatronics Line Assisted by Autonomous Robotic Systems, Robotic Manipulators and Visual Servoing Systems*, Adrian Filipescu, Eugenia Mincă, Adriana Filipescu, Henri-George Coandă, Journal name: Actuators, Manuscript ID: actuators-991918, (in evaluare), 2020

- *Hybrid Control Application Using Mobile Visual Servoing for Flexible Manufacturing Mechatronics Line*, Daniela Cernega, Razvan Solea, 24rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania during October 8-10, 2020, pp 636-641 (in curs de indexare)

PROIECT 4

Modelarea, simularea și conducerea în timp real a liniilor de fabricație asistate de sisteme autonome complexe (SAC-ARP, SAC-VAM) integrate în tehnologii hibride de fabricație flexibilă de precizie, de laborator (linii de mecatronică) și industriale, pentru produse reutilizabile Etapa 3. Proiect 4

Implementarea în regim de laborator, a tehnologiilor integrate de asistare medico- sociala și deservire de linii de fabricație flexibilă de precizie. Integrarea sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de P/R, Festo MPS-200;

REZUMATUL ETAPEI

Cercetările Etapei 3 răspund obiectivelor de cercetare aferente activităților 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, din planul de realizare al proiectului complex, și au condus în final la implementarea și testarea în regim de laborator a conducerii în timp real a Sistemului Integrat pentru Fabricație Flexibilă (SIF), deservit de sisteme autonome complexe, SAC-ARP și SAC-VAM.

În această etapă s-a definitivat structura hardware a sistemului de producție, respectiv s-a realizat completarea sistemului existent, destinat fabricației în flux, cu o celulă flexibilă echipată cu manipulator industrial ABB. Astfel, sistemul de producție, devine un sistem integrat pentru fabricație flexibilă, în care fabricația se realizează prin două fluxuri paralele: fabricație în flux și fabricație în celulă. Sistemul de producție are acum șapte posturi, echipate cu sisteme robotice

industriale – manipulator ABB, manipulator FANUC in care se assemblează produse sau se dezassemblează în vederea recuperării de componente. Complementar, pentru transport / recuperare de componente, SIFF este asistat de roboți mobili echipați cu manipolatoare. Fabricația flexibilă se produce în posturile liniei A/DML sau în celula flexibilă.

În Etapa 3 se propune un concept nou: sistemul de stații interconectate, specializate pentru asamblarea în flux, devine un sistem de producție capabil de fabricație flexibilă. Robotul SCARA efectuează manipulare/transport al unui produs parțial asamblat, și re poziționare în stația precedentă, pentru reluarea secvenței de asamblare din posturile alăturate: stația cinci și stația șase. Deoarece procedura poate fi recurentă, rezultă folosind același echipament, se pot realiza produse cu tipologii diferite, care se pot include în familia de produse specifice fabricației flexibile.

Cercetările pentru implementare/testare au impus stabilirea unei proceduri de planificare a producției pe cele două sisteme de fabricație flexibilă care lucrează în paralel. S-a elaborat un algoritm generalizat de optimizare a planificării producției care a fost testat pe sistemul din laborator. Astfel la finalul acestei etape se ating următorii indicatori: 1) Linie de fabricație flexibilă de precizie cu sisteme autonome complexe integrate; 2) Pachet software Client/management Application pentru planificarea optimizată a producției, pentru două sisteme de fabricație flexibilă care lucrează în paralel; 3) conducerea SAC-VAM, roboți mobili Pioneer 3-DX (2DW/1FW) echipat cu Manipulator 6-DOF Arm și SAC-VAM, roboți mobili (2DW/2SW) echipați cu Manipulator 6-DOF, integrați în operații de manipulare/transport/depozitare a componentelor recuperate din stația de dezasamblare a SIFF.

Activitatea 3.13

Testarea platformei software de sincronizare a liniilor de fabricație flexibilă de precizie LA/D, integrate în tehnologii hibride de fabricație, și sistemul servoing vizual a SAC-ARP și SAC-VAN, sub platforma LabView/Matlab/Visual C++

3.13.1. Sistem integrat pentru fabricație flexibilă (SIFF)

Structura hardware a SIFF

SIFF este un sistem flexibil de producție obținut prin dezvoltarea liniei mecatronice SMART ASTI cu un nou post de producție, un post de dezasamblare, un sistem robotic SCARA și roboți mobili. Astfel a fost obținut un sistem de 7 stații interconectate cu două procese de producție paralele, în stație sau în flux.

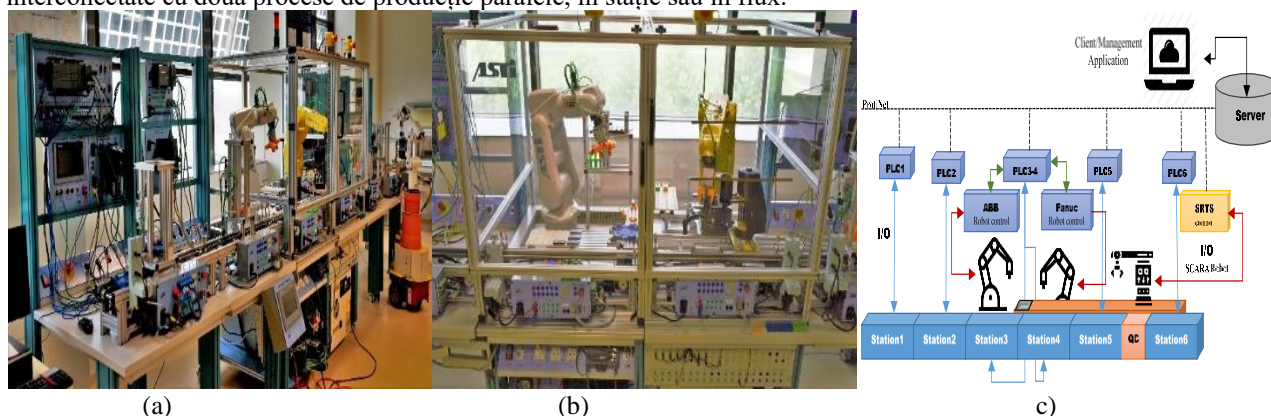


Figura 1. a) SIFF echipat cu sisteme robotice; b) robot ABB robot (stânga), robot FANUC și SCARA (dreapta); c) . Controlul local al stațiilor de lucru și comunicația cu serverul de Cloud. Interacțiunea cu Aplicația Client/Management

Sistemul mecatronic este conceput pentru asamblare prin fabricare flexibilă și recuperarea componentelor prin dezasamblare. În stațiile: 1, 2, 4, 5, 6 conectate funcțional în ordinea sarcinilor pentru asamblarea succesivă a componentelor, se efectuează un ciclu complet de asamblare a unui anumit produs. Pentru a adapta tehnologia de fabricație în flux a liniei la fabricația flexibilă în flux (FFF), sistemul a fost echipat cu sistemul de transport SCARA care a fost conceput pentru a deservi fluxul de producție prin operațiuni de manipulare, transport sau re poziționare. În FMC de la stația 3, echipat cu manipulator robot ABB și cu propriile depozite de componente, se poate executa un ciclu complet de asamblare. În acest caz, producția globală de flux pe linia mecatronică este transformată în fabricare încrucișată flexibilă, utilizând o combinație de fabricație flexibilă în celula/stație (FMC) și fabricație în flux flexibilă (FFM). Celula flexibilă funcționează ca un sistem independent pentru fabricație flexibilă, funcționând în paralel cu linia mecatronică dedicată asamblării simple și / sau fabricării fabricației flexibile. Sistemul mecatronic conectează fabricația flexibilă în flux cu cea din celula, în postul de control al calității (QT). Producția flexibilă este executată pe ambele sisteme în mod paralel și independent, cu condiționare reciprocă numai la inițializarea procesului de control al calității.

3.13.2. Fabricație flexibilă integrată

Structura de conducere

Controlul producției este structurat în două părți. Un control local, descentralizat, reprezentat de PLC-uri care pe baza informațiilor furnizate de senzori și pe baza parametrilor de producție și a diagramelor de taskuri, transmit comenzi elementelor de execuție. Algoritmii de control al SIFF este bazat și pe control global reprezentat de o Aplicație de Server, interfațată cu Aplicația Client, care trimite către PLC-urile parametrii producției curente. Prin Aplicația Server, pe baza comenzii clientului, pentru fiecare produs se creează o succesiune de sarcini. Fiecare secvență de sarcini și

informații de producție este stocată într-o interogare a comenzilor de producție. Din interogare stațiile primesc o comandă de producție după finalizarea comenzii anterioare.

Implementarea funcțiilor pentru control calității (QC)

În această etapă a fost proiectat și implementat un post dedicat pentru verificarea calității produselor. El a fost amplasat după stația de lucru 5. Astfel, s-au considerat două ipoteze: toate componentele asamblate sunt înmagazinate în depozite și componentele din depozite nu prezintă neconformități. Sunt posibile patru scenarii care pot apărea în urma deciziei sistemului: 1) Produs tipul A declarat bun din punct de vedere calitativ, situație în care produsul este depozitat în WS6; 2) Produsul tipul B declarat bun din punct de vedere calitativ, situație în care produsul este depozitat în WS6; 3) Produs tipul A declarat neconform cu standardele de calitate impuse, în acest caz produsul este trimis către WS7 pentru dezasamblare; 4) Produs tipul B declarat neconform cu standardele de calitate impuse, în acest caz produsul este transportat de robotul SCARA în WS2, loc în care este dezasamblat de către robotul ABB IRB 120. Algoritmul utilizat pentru detectarea defectului utilizează următoarele tehnici de prelucrare a imaginilor: filtrarea imaginii, detectarea muchiilor, potrivirea de caracteristici și corelația încrucișată normalizată urmata de filtrul Gauss pentru netezirea celor două imagini. Cercetările efectuate s-au axat pe creșterea performanței detecției conturilor din imagine și creșterea performanței detecției defectului. Diferența dintre valoarea maxima a indicelui de corelație încrucișată normalizată asupra căruia nu s-a aplicat algoritmul MASC și valoarea indicelui de corelație încrucișată asupra căruia s-a aplicat algoritmul MASC este cuprinsă între 12% și 30%.

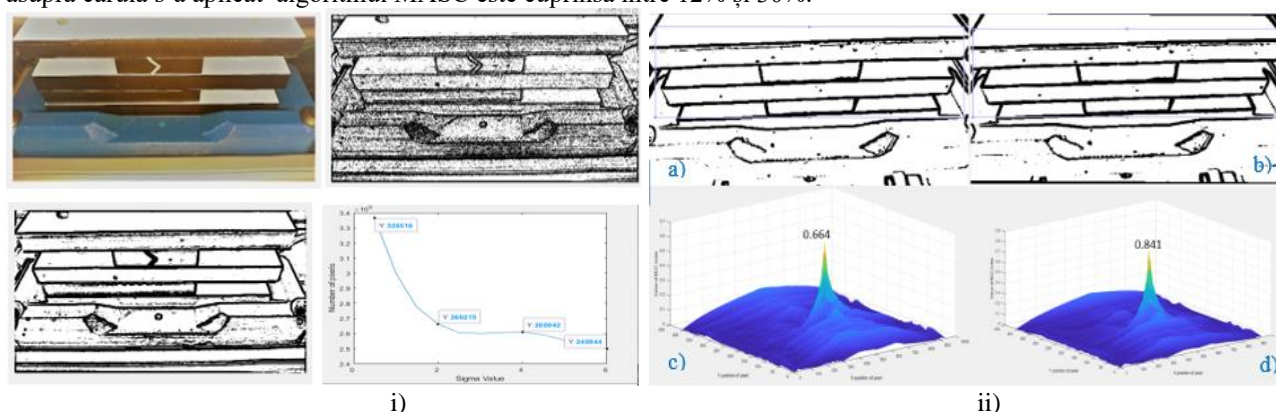


Figura 2. i) Influența parametrului Sigma- abaterea standard a filtrului gaussian, asupra numărului de pixeli detectați; ii) Rezultatele obținute cu privire la implementarea algoritmului MASC și aplicarea corelației încrucișate normalizate: a) imaginea prelevată b) imaginea prelevată asupra căreia s-a aplicat algoritmul MASC c) indicele maxim de corelație încrucișată pentru imaginea prelevată, d) indicele maxim de corelație încrucișată urmat de suprapunerea algoritmului MASC.

Diagrama de taskuri a fabricației flexibile integrate

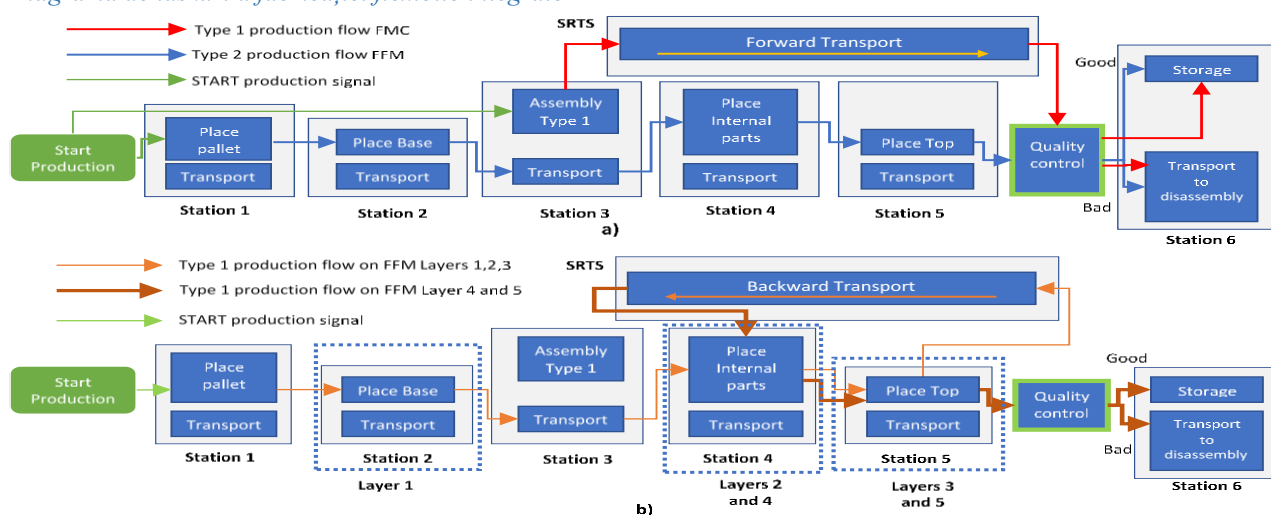


Figura 3. Diagrama de taskuri aferente celor doua fluxuri de producție: a) Producția de Type 1 _single Layers prin fabricație flexibila in flux (FFM) si Producția de Type 2 prin fabricație flexibila in celula (FMC) FFM; b) Producția Type 1 – multi Layers prin fabricație in flux (FFM)

SIFF permite fabricarea a două tipuri de produse: cu mai multe straturi interne, denumite tip 1, sau cu un singur strat intern, denumit tip 2. Piesele interne ale stratului de produse sunt plasate pe baza cerința clientului. Pentru produsul de tip 1 se pot realiza mai multe configurații de produse pe baza straturilor. Procesul de producție este prezentat în Figura 3

ca o diagramă a sarcinilor. Controlul celor două procese de producție are la baza unui algoritm de optimizare a planificării. După asamblare, produsul ajunge într-un punct de control al calității, unde este verificat pentru defecte, utilizând un proces automat de analiză vizuală. Produsele bune sunt stocate în stația 6, iar piesele defecte sunt dezasamblate în stația 7. Pentru produsul de tip 1 procesul de asamblare este diferit. Asamblarea completă se face în stația 3. Pentru a nu interfera cu ansamblul de tip 2, produsul de tip 1 este transportat la punctul de control al calității de către sistemul SCAR. Dacă produsul este defect, produsul este transportat înapoi în stația 3 de către sistemul SCARA. Stația 3 este o stație de lucru completă de asamblare / dezasamblare care poate funcționa independent sau ca parte a liniei de producție. Flexibilitatea sistemului de producție este dată, în această situație, de posibilitatea de asamblare a două produse diferite cu ordine de asamblare distinctă, fără a fi nevoie de schimbarea configurației hardware. Serverul, pe baza volumului de produse cerut de client, determina o planificare a sarcinile de producție, pe baza algoritmului de optimizare a planificării. Aceste informații sunt trimise la sistemul centralizat de control al SIFF.

3.13.4. Modele PN pentru sistemul de fabricație flexibilă asistat de sisteme robotice integrate

Modele PN pentru fabricație flexibilă în celula (FFC)

Modele PN pentru fabricație flexibilă în flux

Pe FFM vor fi fabricate produse de tip 1 și tip 2. Pe FMC vor fi asamblate numai produse de tip 1. Transportul produselor finite de la FFM la testul de calitate (QT) se face de către sistemul SCARA. Pe FMC, ansamblul începe cu un semnal primit de la server (Figura 6.a, semnal Sync 1). Când semnalele sunt recepționate, robotul ABB este alocat pentru achitarea acestei sarcini. După finalizarea asamblării în FMC, sistemul SCARA transportă produsele la stația QT pentru verificare (Figura 6.a, QT_location). În cazul în care produsul este defect, sistemul SCARA transportă produsul pentru demontare.

Pe sistemul FFM, tipologia de tip 1 va fi lansată în fabricație (Figura 6.b). Produsul are o structură de asamblare cu mai multe straturi care se obține prin operații de asamblare recurente. Operațiunile de asamblare recurente sunt controlate de CL1 (modelul de control 1) și CL2 (modelul de control 2), care au o stare de pornire / oprire prestabilită, în funcție de configurația produsului lansată în fabricație. În cazul fabricării cu operațiuni de asamblare recurente, transportul produsului între stații este realizat de sistemul SCARA. După asamblare, produsele finite care trec testul de calitate sunt depozitate în depozitul stației 6. Produsele cu defecte sunt transportate la următoarea stație pentru demontare. Verificarea calității se face atât pentru piesele de tip 1, cât și pentru cele de tip 2, așa cum este prezentat în model.

Activitatea 3.14

Testarea platformei software de sincronizare a liniilor de fabricație flexibilă de precizie LA/D, integrate în tehnologii hibride de fabricație și a navigației bazată pe tehnici de conducerea avansată pentru ocolire obstacole, localizare și manipulare a SAC-ARP și SAC-VAM, sub platforma LabView/Matlab/Visual C++

3.14.1. Algoritm generalizat pentru optimizarea planificării producției bazat pe sincronizarea fabricației în flux, cu fabricația din celula flexibilă

Modelul generalizat al unei stații ca parte componentă a fabricației flexibile în flux

În modelul generalizat a fost considerat o stație k a unei linii flexibile de asamblare cu $k \in [1, N]$, N fiind numărul total de stații al sistemului. Pe sistemul considerat se produce un produs p , $p \in [1, P]$ cu P volumul total de producție. În acest sistem pot fi definiți: T_{transIn_k} durata de transport în zona de asamblare; T_{transOut_k} durata de transport la ieșirea din zona de asamblare; T_{assembly_k} durata de asamblare în stația k . Astfel poate fi definit un timp de ciclu pentru sistemul de producție de forma:

$$T_{\text{cycle}_p^N} = \sum_{k=1}^N \sigma_{k,p} T_{\text{prod}_k} + \gamma_p T_{\text{transport}} + \sum_{k=1}^N T_{\text{stop}_{k,p}} \quad (1)$$

unde:

$\sigma_{k,p}$ numărul de treceri ale produsului p prin stația k , γ_p numărul de întoarceri ale produsului p

$T_{\text{transport}}$ durata de transport a piesei întoarse, $T_{\text{stop}_{k,p}}$ timp de așteptare al produsului p aflat în stația k prin introducerea unei piese în stația $k+1$:

$$T_{\text{stop}_{k,p}} = \theta_{k+1,p} T_{\text{prod}_{k+1}} \quad (2)$$

$\theta_{k+1,p}$ reprezintă numărul de piese introduse în stația $k+1$.

Modelul generalizat al sincronizării fabricației în celula cu fabricația în flux

Bazat pe modelul sistemului de producție mai pot fi definiți:

- timpul de producție în FFC:

$$T_{\text{prod}_{\text{cell}}} = \beta T_{\text{prod}_{\text{max}}}, \beta \in \mathbb{N}, \beta \geq 1 \quad (3)$$

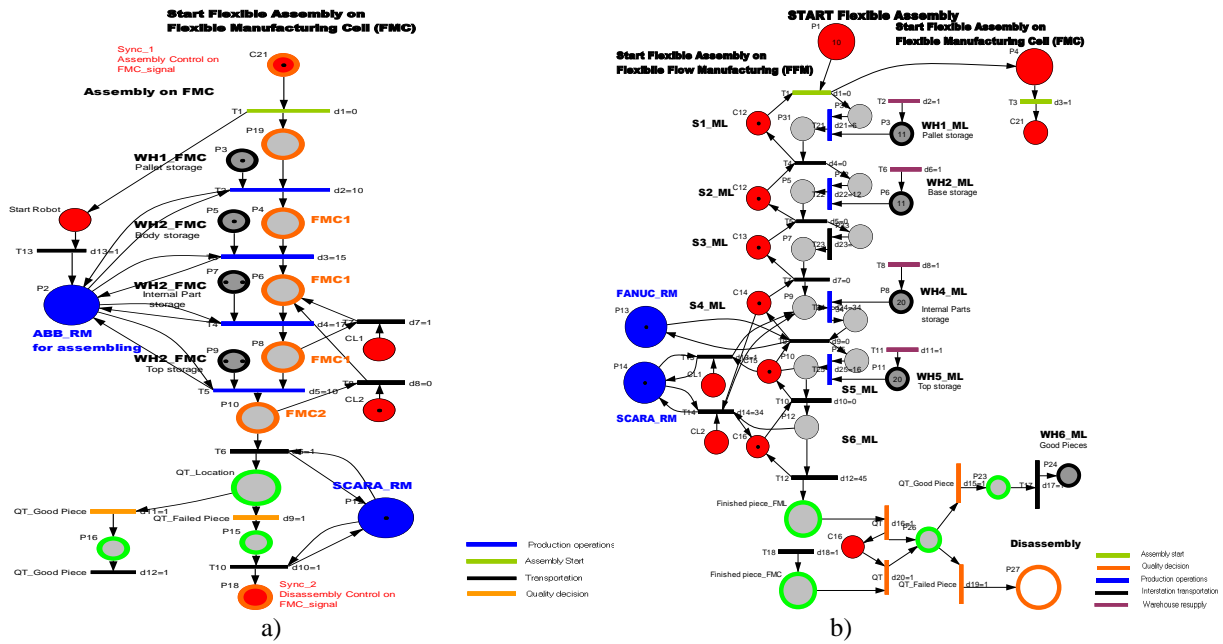


Figura 6. Model PN model pentru asamblarea in a) FMC b) FFM

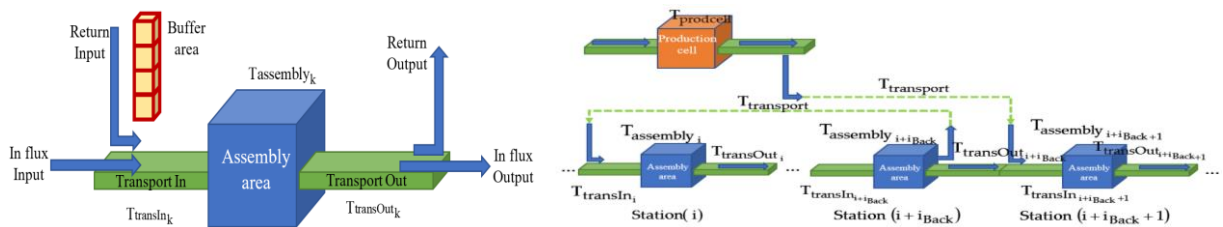


Figura 4. a) Modelul general al unei stații de lucru; b) Model general al fabricației flexibile in SIFF

- timpul de transport de întoarcere:

$$T_{transport} = \lambda T_{prod\ max}, \lambda \in \mathbf{N}, \lambda \geq 1 \quad (4)$$

- și timpul de ciclu în FFC :

$$T_{CycleCell} = (\beta + \lambda + 1) T_{prod\ max} \quad (5)$$

Pe baza timpilor de producție în FFM și FMC definim o funcție de minimizare de forma:

$$J_{IFMS} = \min \left(\left(\sum_{r=1}^{v_1 - \eta} T_{CycleCell} \right) - T_{prod\ FFM} \right) \quad (6)$$

Pe baza (8) se determina numărul de produse tip 1 asamblate pe FFM:

$$\eta = \frac{v_1(\beta + 1) - v_2 - N + 1}{\beta + 3} \quad (7)$$

De asemenea este determinat un timp de sincronizare între FFM și FMC de forma:

$$T_{sync} = c T_{prod\ max} \quad (8)$$

unde:

$$c = \beta + 1 - (i + i_{Back} + \theta_{i, T1}) \quad (9)$$

Pe baza parametrului c de sincronizare a FFM cu FMC, rezulta următoarele corelații ale taskurilor:

- c < 0 producție piesei de tip 1 pe FFF începe cu |c| pași înainte de producție pe FFC.
- c = 0 producția pe FFF și FFC încep concomitent
- c > 0 producția piesei de tip 1 pe FFF începe cu c pași după începerea producției pe FFC.

3.14.2. Rezultate ale implementării algoritmului generalizat pentru optimizarea planificării producției pe doua sisteme paralele dedicate fabricatei flexibile

Pe baza modelului general, s-a considerat o producție de piese tip 1 și tip 2 pentru producție, simultan pe cele doua fluxuri FFM si FMC. În cazul producției se obțin două cazuri distincte: inițializarea procesului și producția repetitivă

ciclic. Astfel sau obținut planificările ale taskurilor pentru secvența de inițializare și pentru ciclurile repetitive de fabricație (Figura 5.a) și durate minime pentru variabila „timp de așteptare” (Figura 5.b).

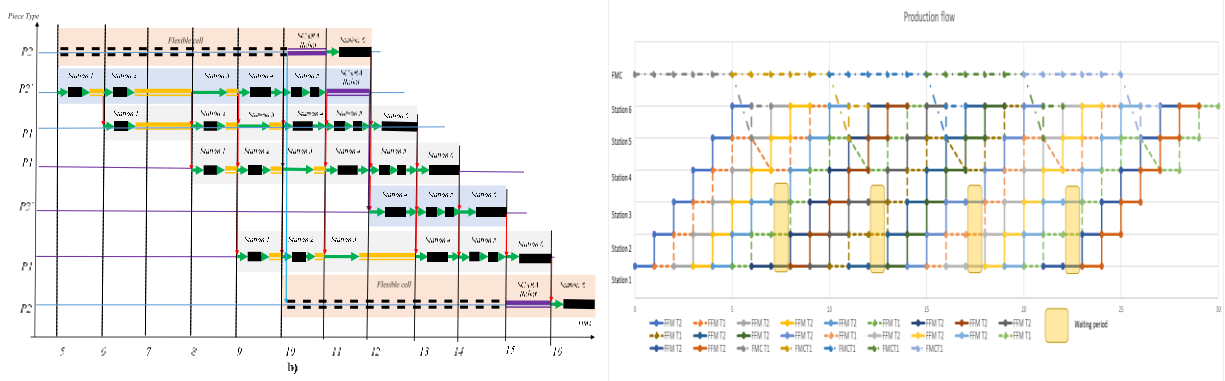


Figura 5: Planificarea taskurilor de producție: a) Producția repetitivă; b) : Fabricație flexibilă cu evidențierea timpilor de așteptare

Activitatea 3.15, Activitatea 3.16

Testare în laborator a conducerii în timp real a liniilor de fabricație flexibilă de precizie LA/D, asistate în procesul reversibil de dezasamblare de SAC integrate în tehnologii de asistare, SAC-ARP, SAC-VAM, roboți mobili (2DW/1FW) echipați cu Manipulator 6-DOF Arm

3.15.2. Implementarea și testarea algoritmului de optimizare a producției pe SIFF echipat cu sisteme robotice industriale SAC-VAM

Structura de conducere a SAC-VAM pentru recuperare/aprovizionare cu componente a magazii, bazată pe un algoritm de optimizare a stocurilor



Figura 6. Linia de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, asistată în procesul reversibil de dezasamblare de SAC-VAM (2DW/1FW), robot mobil echipat cu Manipulator 6-DOF, cu conducere integrată în tehnologii de asistare

Procesul de recuperare și reaprovizionare prezentat în Fig.6, Fig.7 este definit de parametrii producției și ai robotului mobil. Într-o manieră neoptimizată, robotul mobil primește o comandă de aprovizionare atunci când stocurile dintr-un depozit al stației de lucru sunt sub un prag stabilit. La comanda de aprovizionare, robotul mobil preia un număr predefinit de piese și le transportă la depozitul stației.

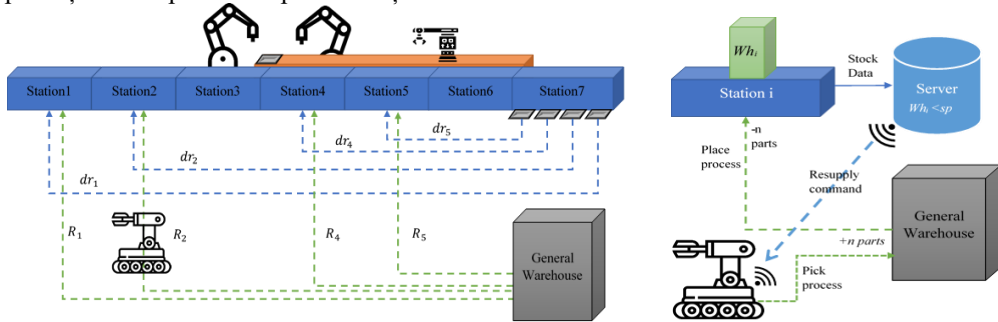


Figura 7. a)Traiectoriile CAS pentru aprovizionare/recuperare componente în magazine; b) Aprovizionare cu componente

Etapile procesului pot fi vizualizate generalizate pentru o stație i din Fig.7.a, unde i reprezintă numărul stației. Procesul de aprovizionare depinde de unii parametri ai procesului și ai robotului mobil: • P_i este perioada de procesare a stației și reprezintă timpul necesar unei stații de lucru pentru a termina un produs; • R_i reprezintă timpul de aprovizionare și este într-un mare grad influențat de timpul de preluare și plasare a robotului. Robotul mobil este conectat la rețeaua locală,

comunicând direct cu serverul de producție. Comunicarea dintre serverul local și robotul mobil se realizează utilizând rețeaua locală de internet wireless. Toate comenzile de aprovizionare procesate pe server sunt stocate în baza de date SQL de unde unitatea de procesare internă a robotului mobil o citește la un interval de timp predefinit. De asemenea, robotul mobil transmite informațiile de procesare a aprovizionării înapoi în baza de date pentru stocare și alte procese.

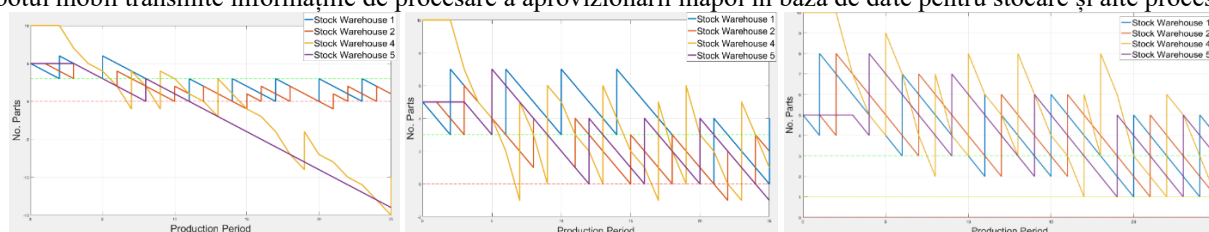


Figura 8. Evoluția stocului în magazine pentru a) aprovizionare insuficientă; b) supra-aprovizionare; c) stoc optimizat

Funcția de optimizare este definită în funcție de timpul de așteptare pentru aprovizionare și de diferența dintre stocul dintr-un depozit și cererea de stoc pentru producția dintre perioada de producție j , care are valori de la 1 la N :

$$t_a = \min \left(\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{N_w} (T w_i \sigma_i (W h_{i,j}) - D_{i,j+1}) \right)$$

După implementare și testare (Fig.8.a,b), rezulta că în procesul de aprovizionare a magaziiilor, robotul mobil introduce un timp suplimentar de așteptare care se cumulează în timp. Acest timp cumulat de așteptare determină o scădere a nivelului de componente în magazine față de cazul ideal (Fig.8.c). Dar și în cazul introducerii unui timp de așteptare de către robotul mobil, nivelul stocurilor este păstrat peste nivelul minim, fără implicații în procesul de producție.

CONCLUZII

Raportul științific detaliat pune în evidență soluțiile științifice pe care echipa de lucru a Proiectului 4 le oferă pentru cerințele Etapei 3. În Raportul științific detaliat (http://cidsacteh.valahia.ro/p4/files/Raport_Etapa3_extins.pdf) se prezintă tehnologiile de conducere a sistemului **Sistemului Integrat pentru Fabricație Flexibilă** precum și rezultatele secvențelor de testare a conducerii în timp real a acestuia, cu integrarea unor algoritmi de optimizare a fabricației flexibile și a stocurilor de componente din magazinele SIFF. Pentru conducerea SIFF s-au elaborat/implementat/testat algoritmi și tehnologii:

- controlul calității produselor (QC) bazat pe un algoritm nou de analiză a imaginii;
- algoritmi de conducere a SAC-ARP, SAC-VAM, roboți mobili (2DW/1FW) echipați cu Manipulator 6-DOF Arm pentru optimizarea stocurilor de componente din magazinele stațiilor SIFF;
- optimizarea planificării taskurilor de producție pe baza unui algoritm generalizat de optimizare a fabricației flexibile;
- Testarea platformei software de sincronizare a proceselor paralele, dedicate fabricației flexibile de precizie LA/D, integrate în tehnologii hibride de fabricație;
- Testarea structurii de control pentru operații de manipulare și poziționare de precizie, ale manipulatorului SCARA
- Testare structurii de control a două fluxuri paralele pentru fabricație flexibilă, cu sincronizarea sosirii în postul de testare a calității QT
- Testarea platformei software de sincronizare a liniilor de fabricație flexibilă de precizie LA/D, integrate în tehnologii hibride de fabricație, și sistemul servoing vizual a SAC-VAM, sub platforma LabView/Matlab/Visual C++;
- Testare în laborator a conducerii în timp real a liniilor de fabricație flexibilă de precizie LA/D, asistate în procesul reversibil de dezasamblare de SAC integrate în tehnologii de asistare, SAC-VAM, roboți mobili (2DW/1FW) echipați cu Manipulator 6-DOF Arm

Rezultatele testelor funcționale;

- Rezultate ale testării în laborator a conducerii liniilor flexibile de fabricație, integrate în tehnologii hibride, asistate de SAC-VAM și SAC-ARP
- Rezultate ale testării în laborator a conducerii procesului de testare a calității, pe un post de control al calității implementat în această etapă;
- Rezultate ale testării algoritmului de optimizare a producției, implementat pe linia de fabricație flexibilă cu fluxuri paralele, sincronizate;
- Rezultate ale testării algoritmului de control al calității implementat într-un post dedicat;
- Rezultate ale testării în laborator a conducerii sistemului hibrid, linie de fabricație flexibilă cu două fluxuri sincronizate de fabricație flexibilă, și reversibile, deservite de SAC-VAM și SAC-ARP;

REZULTATE AȘTEPTATE

În cadrul Etapei 3 a proiectului 4 s-a obținut următoarele rezultate:

1. Validarea prin testare a produsului software de evaluare a calității produselor implementat sub platforma Matlab/Visual C++;
2. Validarea prin testare a algoritmului de optimizare a producției, implementat pe linia de fabricație flexibilă cu fluxuri paralele, sincronizate;
3. Validare prin testare a conducerii optimizate a tehnologiei hibride de fabricație flexibilă, cu fluxuri paralele sincronizate, asistate în procesul reversibil de dezasamblare de SAC integrate în tehnologii de asistare, SAC-ARP, roboți mobili (2DW/1FW) echipat cu Manipulator 6-DOF Arm și SAC-VAM, roboți mobili (2DW/2SW) echipați cu Manipulator 6-DOF

INDICATORI DE REALIZARE

1. Servicii de cercetare privind SAC-VAM și SAC-ARP integrate în tehnologii hibride de deservire, pe linii de fabricație flexibilă de precizie pentru A/D;
2. Tehnologie hibridă de fabricație flexibilă bazată pe produsul software de sincronizare a conducerii a două procese paralele de fabricație flexibilă cu execuție sincronizată, integrate în sistemul pentru fabricație flexibilă;
3. Tehnologie hibridă de fabricație flexibilă, de precizie, de A/D pe linii de laborator (de mecatronică) cu SAC-ARP și SAC-VAM integrate;
4. Două locuri noi de muncă în cercetare susținute prin program. La partenerul UVT sunt angajați 2 cercetători noi în domeniul Ingineriei sistemelor, pe poziția de Cercetător în Automatica, care sunt incluși în lista de personal a partenerului UVT

DISEMINARE

Articole prezentate la Conferințe naționale și internaționale în anul 2019

1. *Optimal Control of Automated Resupply on a Flexible Manufacturing Mechatronics Line*, Octavian Gabriel DUCA, Eugenia Minca, Filipescu Adrian, Petrut Claudiu Bidica, Marius-Adrian Păun, 24rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania during October 8-10, 2020
2. *Improved Image Processing Algorithm for Quality Test on a Flexible Manufacturing Mechatronic Line*, Marius-Adrian Păun, Eugenia Minca, Adrian Filipescu, Octavian Gabriel DUCA, Adriana Filipescu, 24rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania during October 8-10, 2020
3. *Optimal control of a flexible assembly technology on a mechatronics line with integrated industrial robotic manipulators*, Octavian Duca, Eugenia Minca, Adrian Filipescu, Henri-George Coanda, Florin Dragomir, Adriana Filipescu, Journal: Sensors, Manuscript ID: sensors-981733, (under review)
4. *Image processing method based quality test on a smart flexible assembly mechatronic system with component recovery*, Paun Marius-Adrian, Eugenia Mincă, Duca Octavian, Gurgu Valentin, Journal of Science and arts, 2020, (under review)
5. *Manufacturing Technology on a Mechatronics Line Assisted by Autonomous Robotic Systems, Robotic Manipulators and Visual Servoing Systems*, Adrian Filipescu, Eugenia Mincă, Adriana Filipescu, Henri-George Coandă, Journal name: Actuators, Manuscript ID: actuators-991918, (under review)

LOCURI DE MUNCA SUSTINUTE PRIN PROGRAM, INCLUSIV RESURSA UMANA NOU ANGAJATA

Echipa de proiect care partenerul UVT a contribuit la cercetări în Etapa3, este formată din 12(unsprezece) cercetători(incluși în lista de personal a proiectului 4). Dintre aceștia, 2(doi) sunt tinerii cercetători nou angajați la partenerul UVT, pe poziția de Cercetător în automatică.

PREZENTAREA STRUCTURII OFERTEI DE SERVICII DE CERCETARE SI TEHNOLOGICE CU INDICAREA LINK-ULUI DIN PLATFORMA ERRIS

SERVICII DE CERCETARE SI TEHNOLOGICE

Produse/ Produse informatice/ Tehnologii

Linie de fabricație flexibilă de precizie cu două fluxuri de producție paralele și sincronizate, reversibilă, deservită de SAC-ARP(Sistem autonom complex – Asistent Robotic Personal) și SAC-VAM (Sistem autonom complex- Vehicol Autonom Mobil)

Descriere - Structura de conducere în timp real a liniilor de asamblare /dezasamblare de precizie, integrate în tehnologii hibride de fabricație, asistate în procesul reversibil de dezasamblare de SAC, integrate în tehnologii de asistare. Linie pentru fabricație flexibilă cu două fluxuri de producție paralele, sincronizate, și deservite de SAC-VAM și SAC-ARP.<https://erris.gov.ro/Valahia-University-of-Targoviste>

Servicii

Tehnologie hibridă de fabricație flexibilă, de precizie, de asamblare/dezasamblare pe linii mecatronice de laborator cu SAC-ARP și SAC-VAM integrate

Tehnologie hibridă de fabricație flexibilă bazată pe produsul software de sincronizare a conducerii a două procese paralele pentru fabricație flexibilă, cu execuție sincronizată, integrate în sistemul pentru fabricație flexibilă;

<https://erris.gov.ro/Valahia-University-of-Targoviste>,

PROIECT 5

Proiect component: Pr.5 *Conducerea inteligentă, cu tehnici avansate și navigația bazată pe senzori performanți, sistem video-biometric și sistem servoing vizual a sistemului autonom complex SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe*

Obiective Etapa 3. Rezultatele testării în laborator ale structurii de conducere inteligentă, ale structurii de navigație (bazată pe senzori performanți) și ale servoing vizuale în timp real a SAC-SI structurii de conducere avansată bazată pe sisteme integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe.

Etapa 3 – P5. Cercetările Etapei 3 răspund obiectivelor de cercetare aferente **Activităților 3.17, 3.18, 3.19, 3.20**, din planul de realizare al proiectului complex, și au condus în final la implementarea și testarea în regim de laborator a conducerii în timp real a sistemului complex SAC-SI, sistem robotic autonom format din scaun cu roțile și manipulator robotic cu 7-DOF integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii. În această etapă s-a definitivat structura hardware a sistemului de conducere, respectiv s-a realizat completarea sistemului existent, cu un senzor de tip laser. Cercetările pentru implementare/testare au impus stabilirea unei proceduri de planificare a traiectoriei sistemului complex SAC-SI. S-a elaborat un algoritm de planificare a traiectoriei sistemului complex SAC-SI ce poate evita obstacolele și care a fost testat pe sistemul din laborator. Bilanțul științific al acestei etape este următorul: **1)** Sistem robotic autonom format din scaun cu roțile de tip "Cirrus Power Wheelchair" și manipulator robotic cu 7-DOF, integrate; **2)** Pachet software pentru planificarea traiectoriei sistemului complex SAC-SI; **3)** Pachet software pentru evitarea obstacolelor (bazat pe senzori de tip laser); **4)** Conducerea în timp real a sistemului complex SAC-SI, utilizând o cameră video; **5)** Conducerea bazată pe sistem servoing vizual a manipulatorului robotic cu 7DOF.

Activitatea: Act 3.17 - Implementarea și testarea în timp real a structurii de conducere inteligentă (bazată pe tehnici avansate) și structurii de navigație (bazată pe senzori performanți) a SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe;

Indicatori de realizare:

-Testarea în condiții de laborator a structurii de conducere și a structurii de navigație pentru SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe;

-Rapoarte cu rezultatele testării SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe, în regim de laborator;

Testarea în condiții de laborator a structurii de conducere și a structurii de navigație pentru sistemul autonom complex SAC-SI a presupus:

- Modificarea platformei scaun cu roțile de tip "Cirrus Power Wheelchair" prin adăugarea și conectarea unei camere video ce poate transmite date în timp real, astfel încât a fost posibilă o recunoaștere a mișcării capului utilizatorului necesară conducerii SAC-SI.
- Integrarea hărții etajului 4 din clădirea Y pentru a realiza/genera traiectoria dorită a sistemului autonom complex SAC-SI.

În cadrul acestei activități s-a testat o structură de conducere a SAC-SI utilizând mișcările capului unei persoane cu dizabilități locomotorii severe. Prin adăugarea și conectarea unei camere video la scaunul cu roțile, dotat cu motoare electrice și cu echipament de calcul necesar pentru a efectua detecția feței s-a realizat conducerea SAC-SI (simplu, sigur și ușor de învățat pentru o persoană cu dizabilități locomotorii severe). Aplicația realizată a fost proiectată și implementată fizic astfel încât aceasta să poată fi extinsă ușor pentru ca în viitor să își găsească menirea în a ușura deplasarea persoanelor cu dizabilități și pe alte tipuri de platforme mobile.

Activitatea: Act 3.18 - Implementarea și testarea în timp real a structurii de evitare de obstacole (bazată pe senzori performanți și sistem video) a SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe;

Indicatori de realizare:

-Testarea în condiții de laborator a structurii de evitare a obstacolelor (bazată pe senzori de tip laser și video) a scaunului cu roțile de tip "Cirrus Power Wheelchair" (SAC-SI) integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe. În cadrul acestei etape s-a testat un algoritm pentru determinarea automată a unei traiectorii (ce permite evitarea obstacolelor fixe) pentru un scaun cu roțile/fotoliu rulant cu două roți motoare utilizând PSO (Particle Swarm Optimization) și un senzor de tip Lidar.

Activitatea: Act 3.19 - Implementarea și testarea în timp real a structurii de conducere inteligentă bazată pe sisteme servoing vizuale (pt. manipulatorul robotic cu 7DOF) a SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe în condiții de laborator;

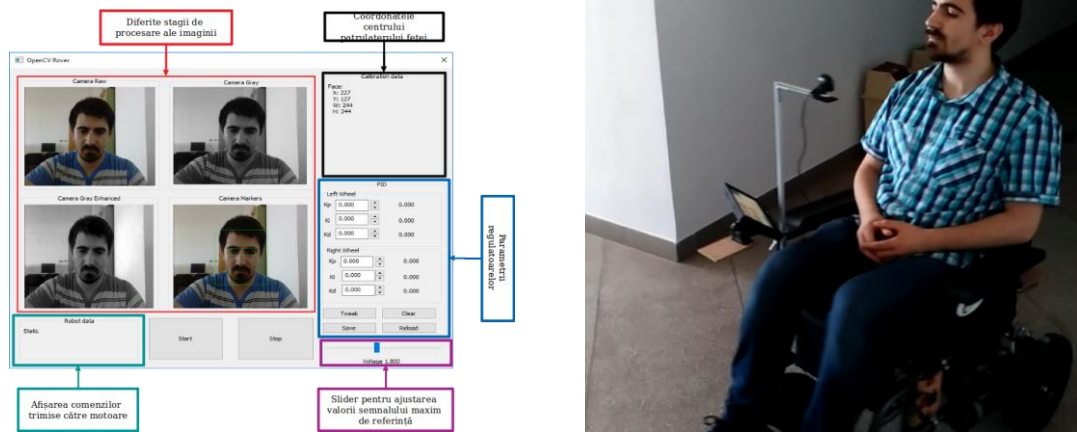


Fig.5.1 Testarea în condiții de laborator a structurii de conducere utilizând mișcările capului unei persoane cu dizabilități locomotorii severe: a) interfața grafică, b) testarea în timp real a SAC-SI

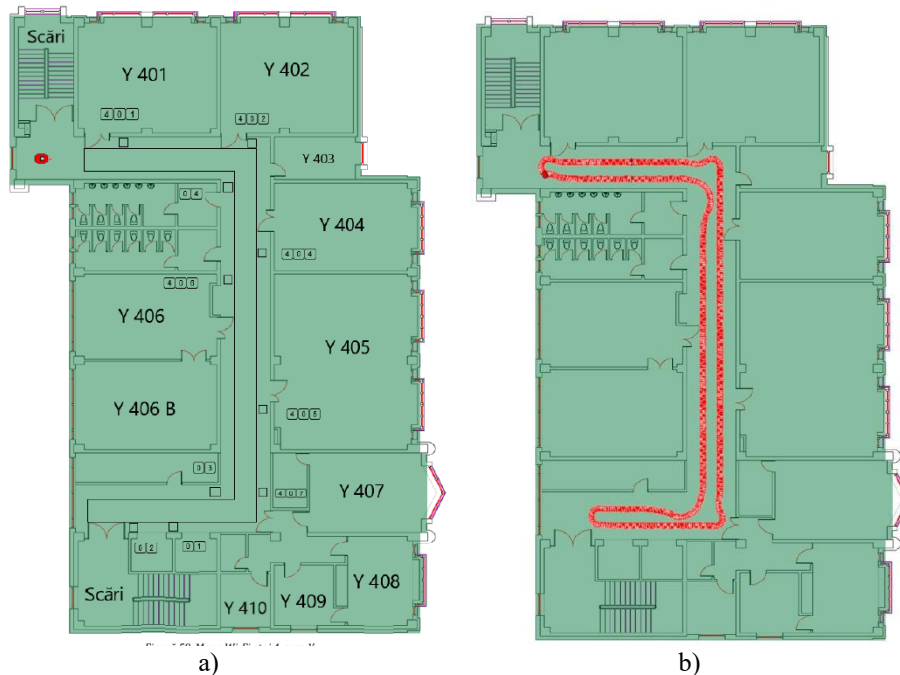


Fig.5.2 Testarea algoritmului pe o platformă mobilă cu două roți motoare a) harta reală a etajului 4 din corpul Y, b) traseul parcurs de platforma mobilă în timp real

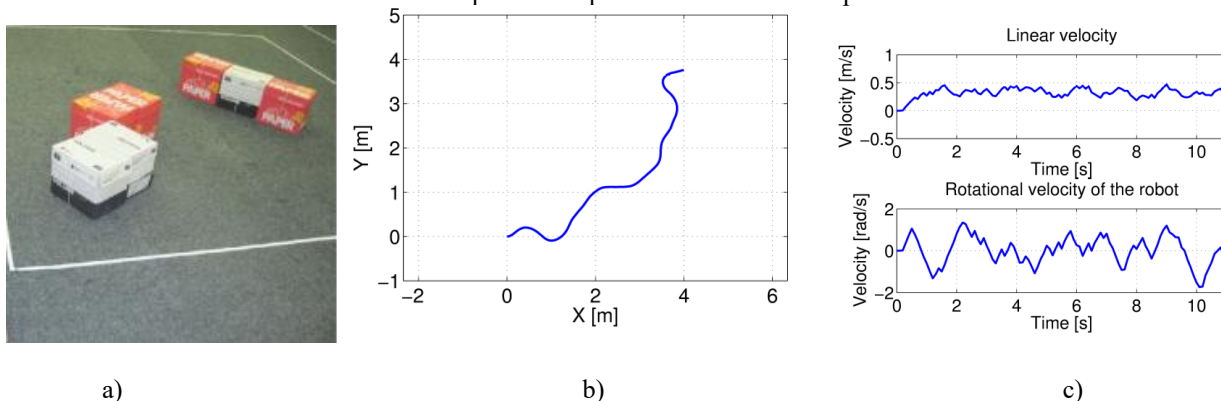


Fig.5.3 Testarea în condiții de laborator a structurii de evitare a obstacolelor (bazată pe senzori de tip laser), a) tipuri de obstacole, b) traseul urmat de platforma mobilă, c) vitezele liniare și unghiulare a platformei mobile.

Indicatori de realizare:

- Testarea în condiții de laborator a structurii de conducere inteligentă bazată pe sistem servoing vizual a manipulatorului Cyton 1500 care echipează SAC-SI;
- Testarea în condiții de laborator a structurii de conducere și a structurii de navigație pentru sistemul autonom complex

SAC-SI a presupus modificarea platformei scaun cu roțile de tip "Cirrus Power Wheelchair" prin adăugarea manipulatorului robotic cu 7DOF și conectarea unei camere video ce poate transmite date în timp real (sistem servoing vizual).

-Testarea manipulatorului robotic cu 7DOF a fost realizată în condiții de laborator utilizând diverse tipuri de obiecte.

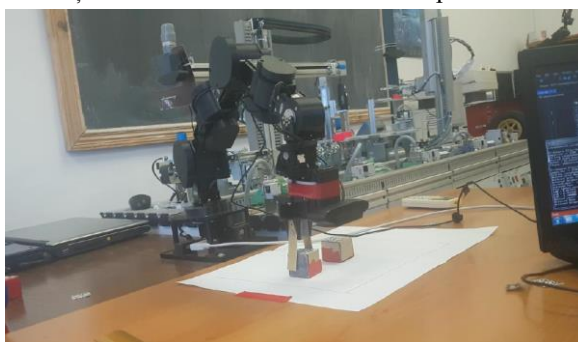
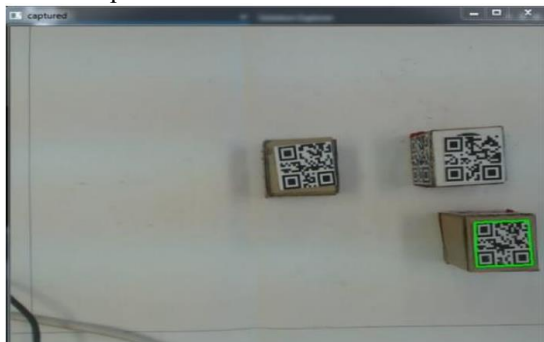


Fig. 5.6 Testarea în condiții de laborator a manipulatorului robotic cu 7DOF utilizând cutii ce au atașate coduri QR.

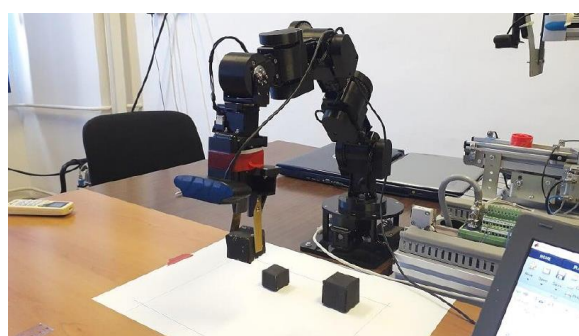


Fig. 5.7 Testarea în condiții de laborator a manipulatorului robotic cu 7DOF utilizând cutii de dimensiuni/înălțimi diferite.

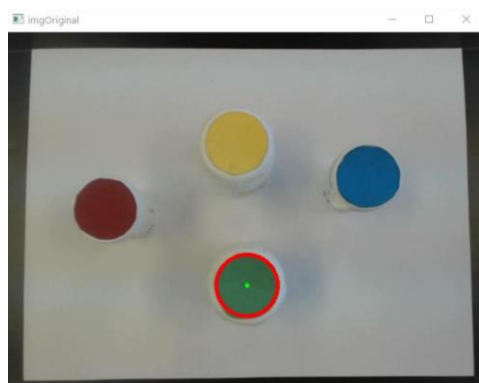


Fig. 5.8 Testarea în condiții de laborator a manipulatorului robotic cu 7DOF utilizând cutii ce au capacele divers colorate.

Activitatea: Act 3.20 - -Testarea structurii de conducere, navigație și evitare a obstacolelor pentru sistemul autonom complex SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe în condiții de laborator la UVT și UCV;

Indicatori de realizare:

S-a realizat o structură de ofertă de servicii de cercetare privind SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe prezenta în platforma erris a instituțiilor partenere din consorțiu:

UVT: <https://erris.gov.ro/Valahia-University-of-Targoviste>

UCV : <https://erris.gov.ro/Computer-Aided-Design-CAD--C>

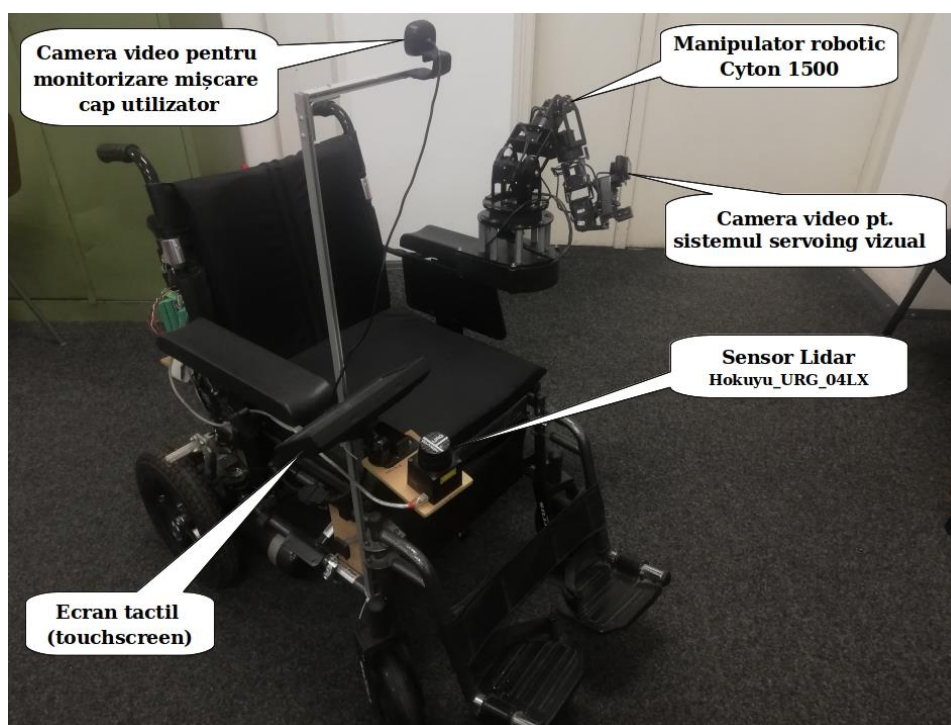


Fig. 5.9 Sistemul autonom complex SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe (vedere din față).

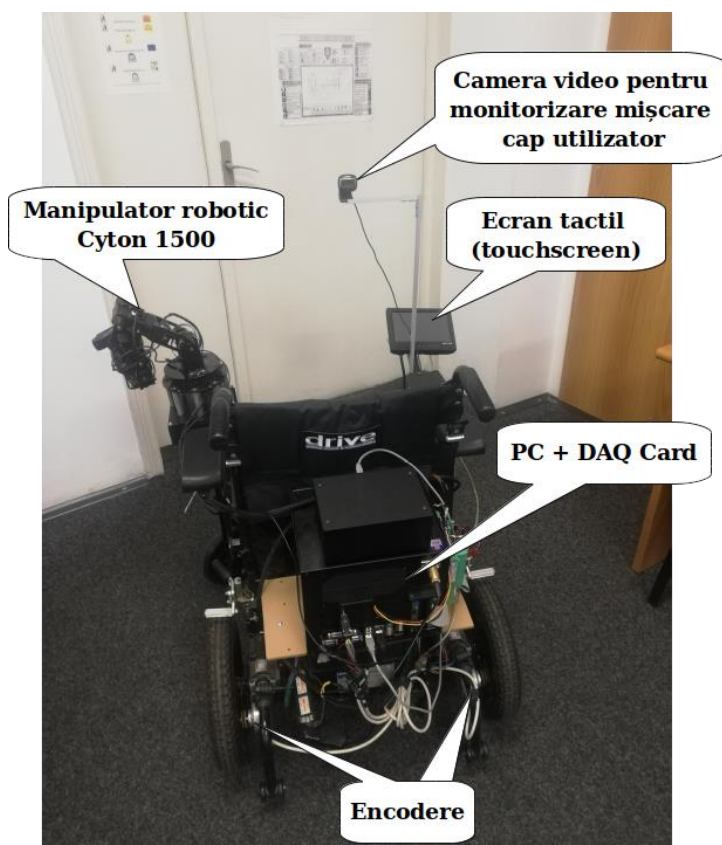


Fig. 5.10 Sistemul autonom complex SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe (vedere din spate).

CONCLUZII

Raportul științific pune în evidență soluțiile pe care echipa de lucru a Proiectului 5 le oferă pentru cerințele Etapei 3. În Raportul științific detaliat încărcat pe platforma proiectului P5 (<http://www.cidsactech.ugal.ro>), se pot vizualiza soluțiile și rezultatele cercetării aferente Etapei 3. „Rezultatele testării în laborator ale structurii de conducere inteligentă, ale structurii de navigație (bazată pe senzori performanți) și ale servoing vizuale în timp real a SAC-SI structurii de

conducere avansată bazată pe sisteme integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe”.

REZULTATE ETAPA 3

S-au obținut următoarele rezultate:

- Sistem robotic autonom format din scaun cu roțile de tip ”Cirrus Power Wheelchair” și manipulator robotic cu 7-DOF, integrate;
- Pachet software pentru planificarea traiectoriei sistemului complex SAC-SI;
- Pachet software pentru evitarea obstacolelor (bazat pe senzori de tip laser);
- Conducerea în timp real a sistemului complex SAC-SI, utilizând o cameră video;
- Conducerea bazată pe sistem servoing vizual a manipulatorului robotic cu 7DOF.

DISEMINARE

Articole (ISI Proceedings sau BDI)

1. Daniela Cristina Cernega, Solea, Razvan, „*Hybrid Control Application Using Mobile Visual Servoing for Flexible Manufacturing Mechatronics Line*”, 2020 - 24th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania, 2020, pp. 636-641 (in curs de indexare).

Director proiect complex
Prof. Dr. Ing. Adrian FILIPESCU

