

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 4. Testarea în laborator a structurii de conducere și a structurii de navigație (bazată pe senzori performanți) în timp real a SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe.

Etapa 4 – P5. Cercetările au condus în final la implementarea și testarea în timp-real a structurii de conducere, navigație și evitare a obstacolelor pentru sistemul autonom 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. Cercetările Etapei 4 răspund obiectivelor de cercetare aferente Activității 4.5, din planul de realizare al proiectului complex, și au condus în final la validarea prin testare a conducerii în timp real a sistemului autonom complex SAC-SI. Cercetările pentru implementare/testare au impus stabilirea unei proceduri de planificare a traiectoriei sistemului complex CAS-SI. S-a elaborat un algoritm de trecere prin spații înguste (ușă) a sistemului complex CAS-SI. În cadrul acestei etape s-a realizat și testat în condiții de laborator un pachet software necesar conducerii sistemului complex CAS-SI prin spații înguste (ușă) - bazat pe senzori de tip laser și video. Senzorul de tip laser a fost utilizat pentru detectarea spațiului necesar manevrelor de trecere prin cadrul ușii iar camera video a fost utilizată pentru detectarea ușii (folosind coduri QR).

Activitatea 4.5. Testarea în timp-real a 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.

Indicatori de realizare:

- S-a realizat o structură de conducere, navigație și evitare a obstacolelor pentru SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe, testate în condiții de laborator;
- 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>

În cadrul acestei activități s-a testat o structură de conducere a unei platforme robotice cu 2 roți motoare utilizând un sensor de tip laser și o cameră video (web) a se vedea figura 5.1.

Un sistem autonom de traversare a ușii devine un modul foarte important pentru navigația autonomă a sistemelor autonome complexe de tip SAC-SI, deoarece atunci când este combinat cu modulele de urmărire a peretelui, asigură un sistem de navigație complet pentru mediile interioare.

Conducerea unei platforme robotice cu două roți motoare prin dreptul unei uși, urmărirea unui anumit perete sau urmărirea coridorului sunt abilități utilizate în cazul sistemelor de navigare a roboților mobili autonomi. În lumea reală există puține aplicații care iau în considerare mișcările robotului mobil de trecere prin dreptul unor ieșiri înguste, cerințe foarte des întâlnite în cazul sistemelor de navigare autonome.

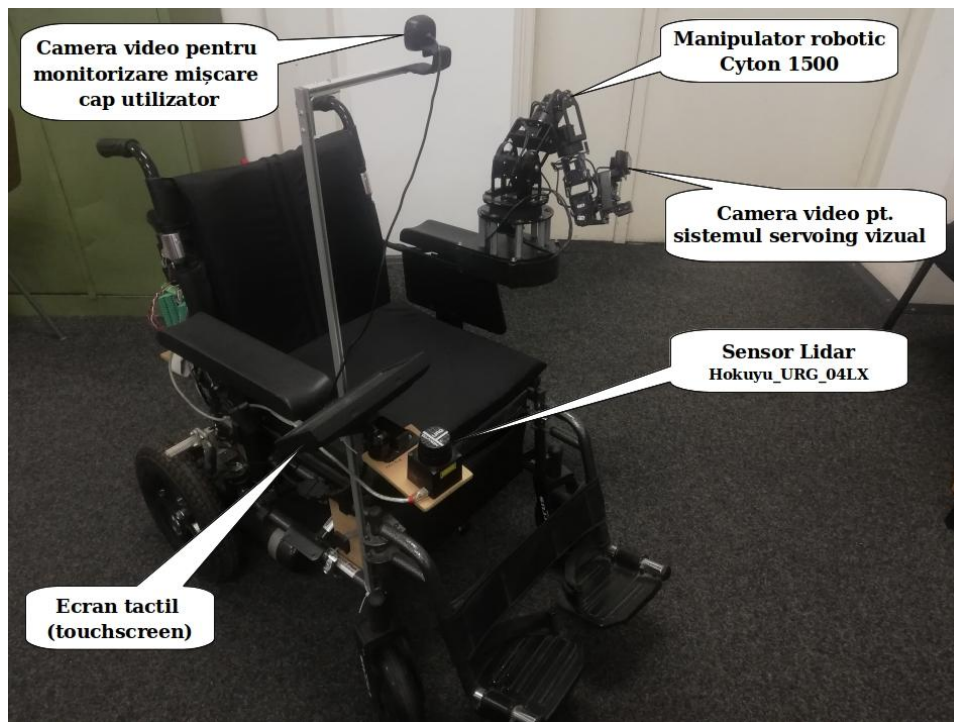


Fig. 5.1 Sistemul autonom complex SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe (vedere din față).

Algoritmul de trecere/deplasare prin spații înguste constă în scanarea mediului înconjurător utilizând un sensor de tip laser și calcularea a 6 puncte/poziții pe care robotul mobil trebuie să le atingă. După atingerea ultimului punct se face iar scanarea mediului înconjurător și se calculează următoarele 6 puncte. Acest proces se repetă până când robotul mobil ajunge în punctul final dorit.

Pentru a stabili punctul final în care trebuie să ajungă robotul, avem nevoie de „cadrul” în care se află ușa. Această informație este obținută de la o camera video care detectează cadrul ușii utilizând un cod QR (a se vedea figurile 5.2 și 5.3).

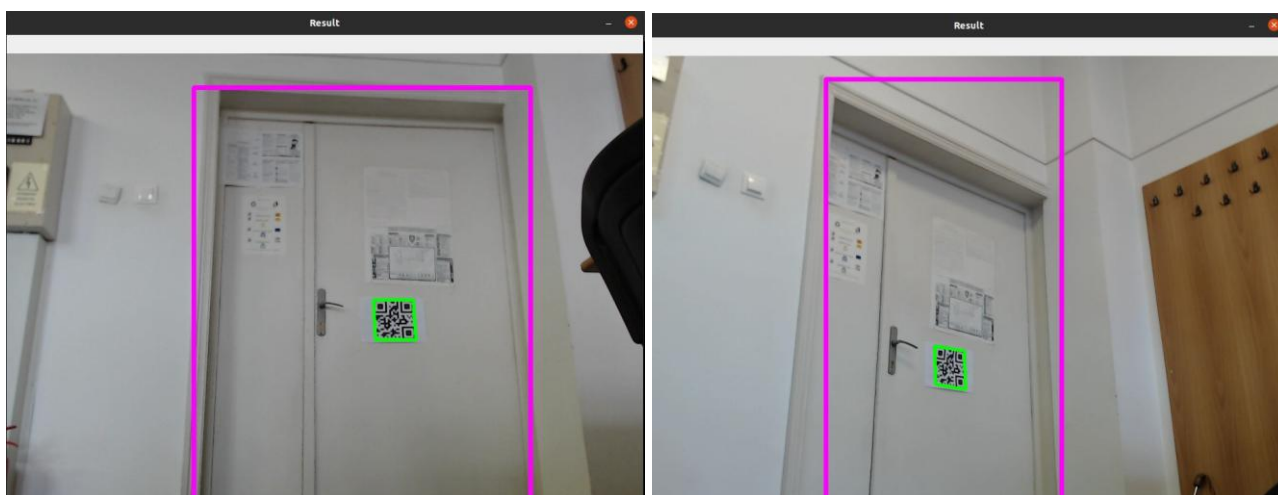


Fig. 5.2 Diverse imagini conținând ușa detectată utilizând codul QR.

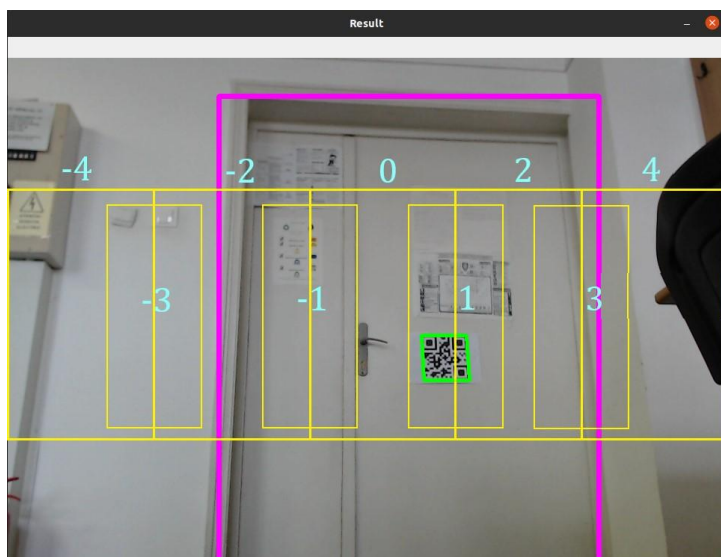


Fig. 5.3 Împărțirea în 9 cadrane a imaginii (în acest exemplu codul QR se găsește în cadrul nr. 1).

Scema algoritmului utilizat pentru detectarea unei uși este prezentată în figura 5.4.

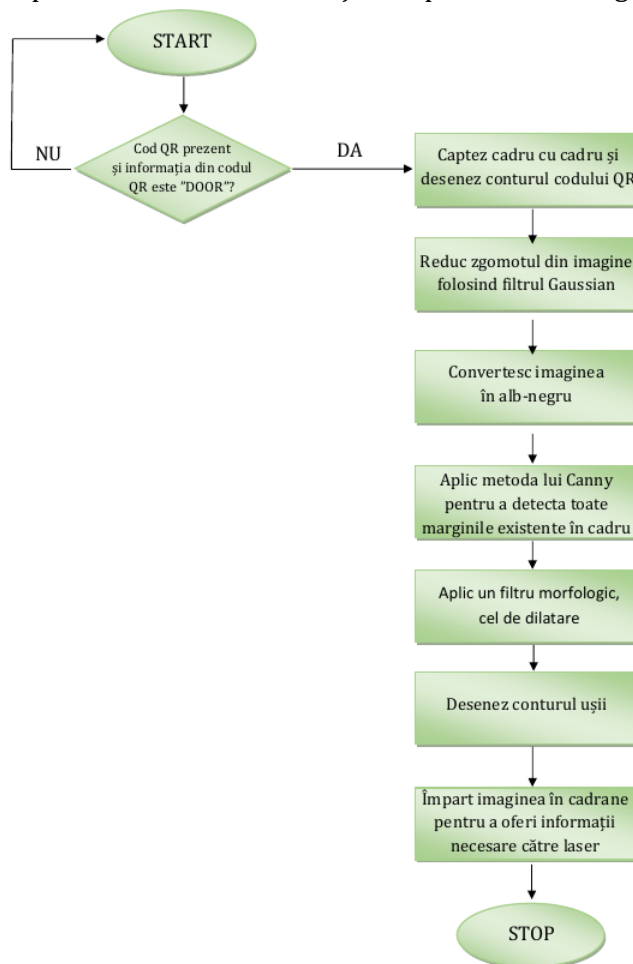


Fig. 5.4 Schema logică a algoritmului utilizat pentru detectarea unei uși.

Pentru a detecta spațiul necesar pentru deplasarea robotului mobil se utilizează senzorul de tip laser și algoritmul realizat în Matlab folosind un ciclu repetitiv de tip „for” care „desenează” mai multe semicercuri plasate la o distanță de 0.1m (de la 0.3 m până la 1 m).

```

for arc = 0.3:0.1:1
    for i = 1:12
        for j = 1:43
            if arc == 0.3
                if citire_laser(j+((i-1)*43)) <= arc && citire_laser(j+((i-1)*43)) > 0.2
                    punct_fereastră(j, i) = 1; % fereastră ocupată
                else
                    punct_fereastră(j, i) = 0; % fereastră liberă
                end
            else
                if citire_laser(j+((i-1)*43)) <= arc+0.2 && citire_laser(j+((i-1)*43)) > arc-0.2
                    punct_fereastră(j, i) = 1; % fereastră ocupată
                else
                    punct_fereastră(j, i) = 0; % fereastră liberă
                end
            end
        end
    end
end
end

```

Cel de-al doilea ciclu repetitiv parcurge numărul de ferestre, 12 la număr, cu ajutorul contorului "i". Ce de-al treilea ciclu repetitiv parcurge cu ajutorul contorului "j" fiecare fereastră cu dimensiunea de 15 grade, asta însemnând un număr de 43 de citiri. Cu ajutorul structurii "if" se verifică dacă în interiorul ferestrei "i" există obstacole. În cazul în care fereastră este ocupată variabilei "punct_fereastră" i se atribuie valoarea 1, dar dacă fereastră este liberă variabilei "punct_fereastră" i se atribuie valoarea 0. În continuare se folosește matricea "A" în interiorul căreia se cumulează pentru fiecare arc și fiecare fereastră numărul de puncte verificate și tipul acestora, libere sau ocupate. Se definește și un vector "grade" care conține gradele limitelor ferestrelor.

```

A(c, 1:12) = sum(punct_fereastră);
grade = [ 15 30 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180];

```

Următoarea etapă realizează verificarea matricea A pentru a vedea care fereastră are obstacole și care fereastră este liberă. Ferestrelor ocupate li se atribuie valoarea 0, iar ferestrelor libere li se atribuie valoarea unghiului corespunzător poziției, acest lucru se poate observa în figura 5.5.

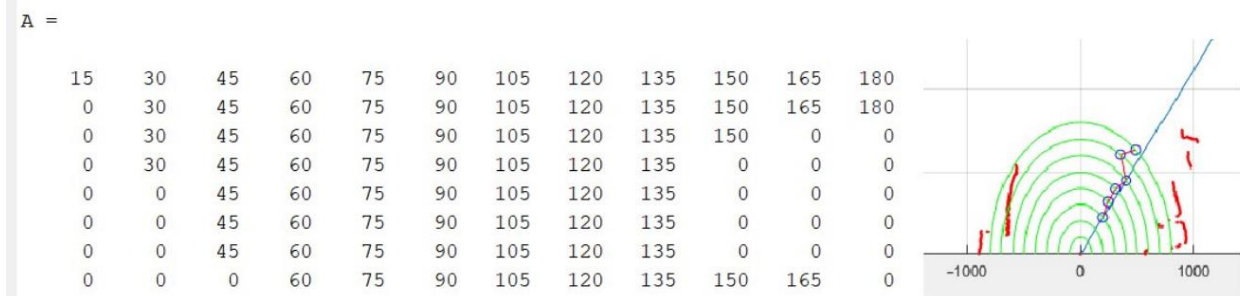


Fig. 5.5 Matricea A asociată graficului exemplificat

În continuare se prezintă câteva exemple de cazuri concrete:

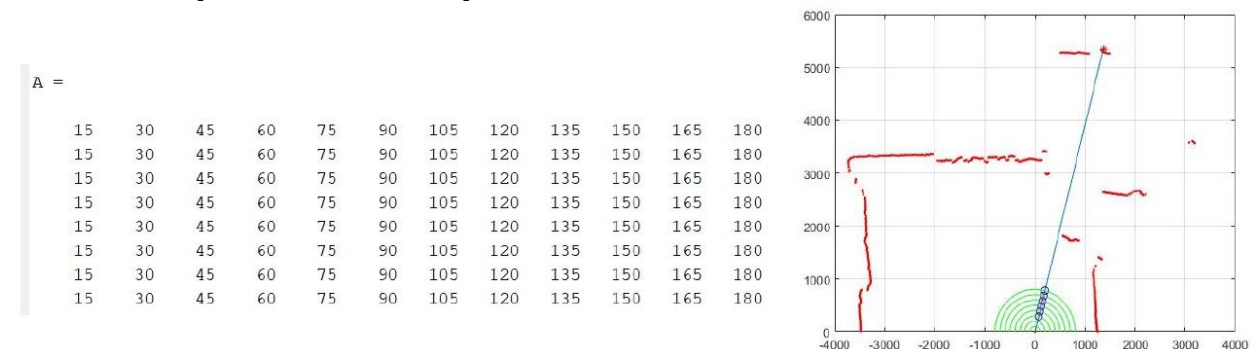


Fig. 5.6a Pe traiectoria robotului mobil nu există obstacole.

A =

15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0	45	0	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0	0	0	75	90	105	120	135	150	165	180
0	0	0	0	75	90	105	120	135	150	165	180
15	0	0	0	75	90	105	120	135	150	165	180
15	0	0	0	75	90	105	120	135	150	165	180
15	30	0	0	75	90	105	120	135	150	165	180
15	30	0	0	75	90	105	120	135	150	165	180

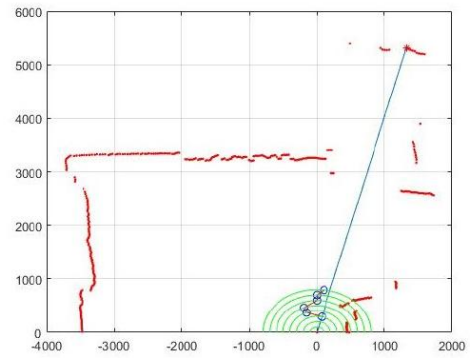
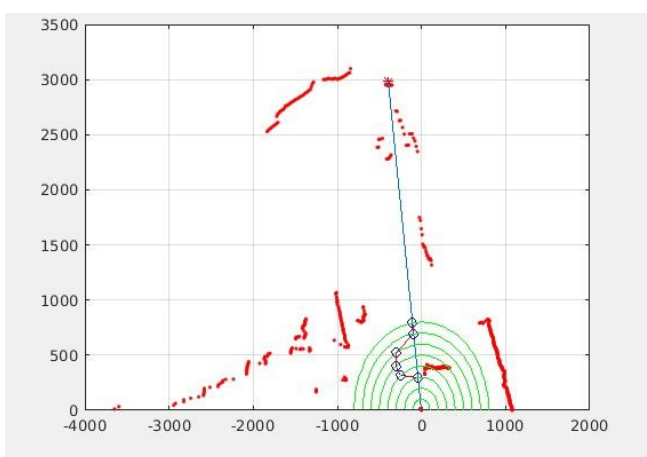
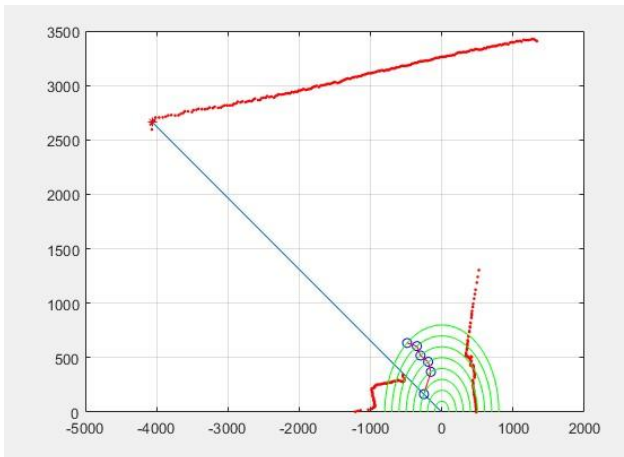
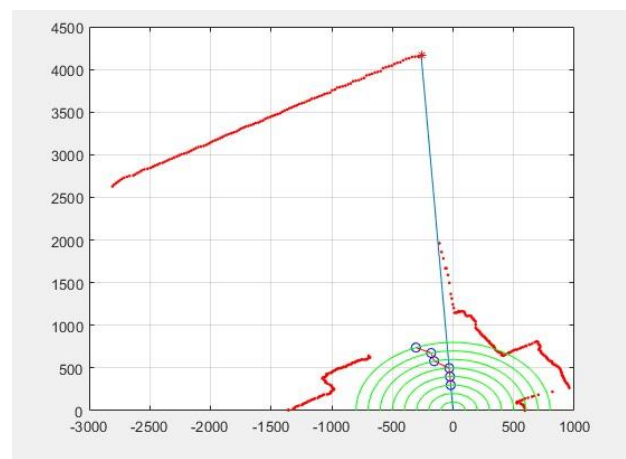
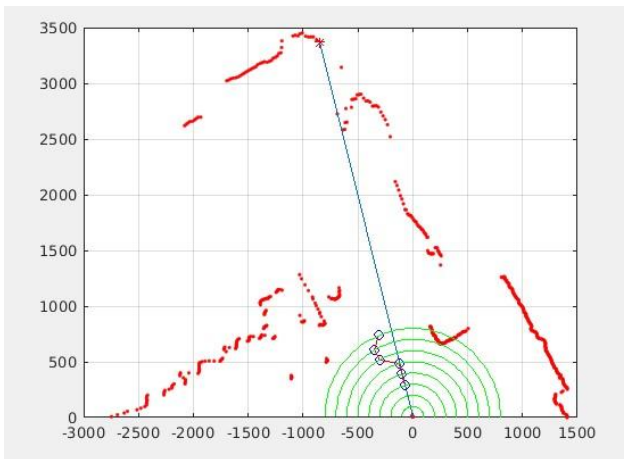


Fig. 5.6b Pe traiectoria robotului mobil există obstacole.

În continuare sunt prezentate câteva rezultatele experimentale Pentru aceste rezultate s-a ținut cont de dimensiunea robotului mobil SAC-SI precum și de raza de acțiune a senzorului laser utilizat.



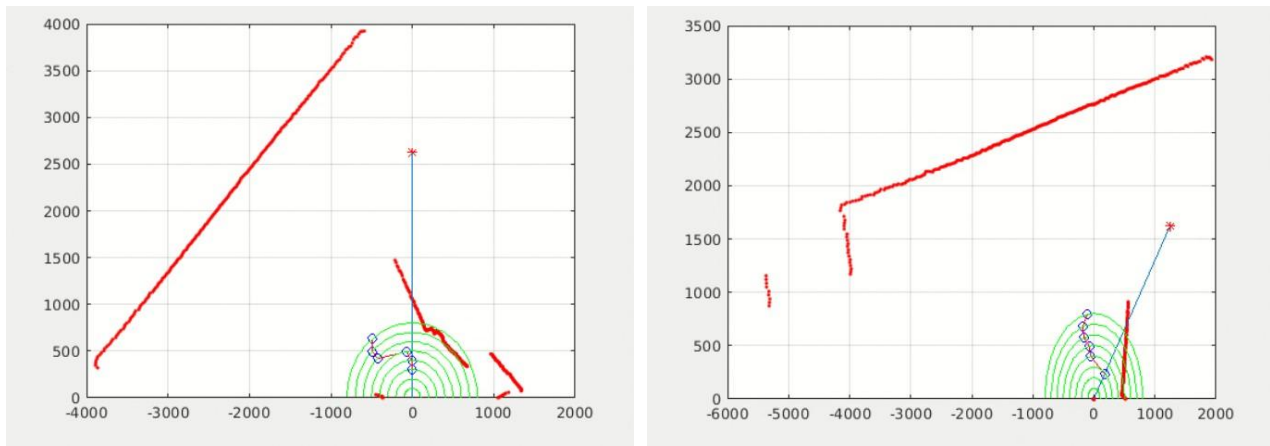


Fig. 5.7 Rezultate experimentale – ieșirea pe ușă a robotului mobil

CONCLUZII

Raportul științific pune în evidență soluțiile pe care echipa de lucru a Proiectului 5 le oferă pentru cerințele Etapei 4. In Raportul științific detaliat încărcat pe platforma proiectului P5 (<http://www.cidsacteh.ugal.ro>), se pot vizualiza soluțiile și rezultatele cercetări aferente **Etapei 4.** ”*„Rezultatele testării în laborator ale structurii de conducere inteligentă, ale structurii de navigație (bazată pe senzori performanți) și ale structurii de conducere bazată pe sisteme servoing vizuale în timp real a SAC-SI integrat în tehnologia de asistare a persoanelor cu dizabilități neuro-motorii severe”.*

REZULTATE ETAPA 4

1) S-a elaborat un algoritm de trecere prin spații înguste (ușă) a unei platforme robotice cu două roți motoare. În cadrul acestei etape s-a realizat și testat în condiții de laborator un pachet software necesar conducerii unei platforme robotice cu două roți motoare (de tip SAC-SI) prin spații înguste (ușă) - bazat pe senzori de tip laser și video. Senzorul de tip laser a fost utilizat pentru detectarea spațiului necesar manevrelor de trecere prin cadrul ușii iar camera video a fost utilizată pentru detectarea ușii (folosind coduri QR).

2) S-a realizat o structura 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>