REALIZAREA EXPERIMENTELOR DE CONDUCERE A UNUI MANIPULATOR TT UTILIZÂND INFORMATII FURNIZATE DE SENZORI VIZUALI

Radu TARCA, Ioan Tarca
Universitatea din Oradea, Ctedra de Mecatronica si Mecanica Fina, Catedra de Mecanica
e-mail: rtarca@uoradea.ro, nelut@uoradea.ro

Keywords: visualservoing, robot, control, visual sensor.

Summary: In this paper is presented the experiments realized by authors using a new modality for a TT manipulator control using as the feedback loop the visual information acquired by a CCD camera. Those experiments prove the reality of the control program, realized by the first author.

1. Prezentarea experimentelor

Prin implementarea programului prezentat în paragraful precedent pe sistemul de conducere globala a robotului, s-au îndeplinit toate conditiile necesare pentru realizarea experimentarilor.

Desfasurarea experimentelor s-a realizat în doua etape:

1. în prima etapa, pentru un ciclu programat pentru robot s-a verificat modul în care subsistemul vizual de urmarire determina pozitia reala a tintei pe parcursul deplasarii acesteia, precum si valoarea vitezei critice a tintei, valoare pâna la care subsistemul vizual de urmarire reuseste sa urmareasca tinta;
2. în cea de a doua etapa s-au realizat experimentarile pe sistemul de conducere globala a robotului, determinând timpii de corectie pentru fiecare secventa de program, cât si pentru program în totalitatea lui:
   - timpul de achizitie a imaginii de catre senzorul vizual;
   - timpul de calcul necesar pentru determinarea informatiilor necesare despre pozitia tintei;
   - timpul necesar generarii marimilor de comanda;
   - timpul necesar parcurgerii buclei de reactie a sistemului robot.

O imagine a modului de desfasurare a primei etape a experimentelor se prezinta în fotografia din figura 1.

Se observa în imagine robotul care are în efectorul sau final tinta luminoasa, a carei pozitie, subsistemul vizual de urmarire trebuie sa o determine în timp real. Pe monitorul calculatorului apare imaginea tintei achizitionata de senzorul vizual.

Pentru determinarea vitezei critice a EF – viteza pâna la care subsistemul vizual de urmarire reuseste sa urmareasca deplasarea tintei atasata EF – i s-au programat robotului deplasari dupa axa O_0X_0 cu viteze crescatoare, obtinute prin variatia factorului de umplere.

Pentru determinarea vitezei de deplasare a tintei s-a utilizat montajul prezentat în figura 2.

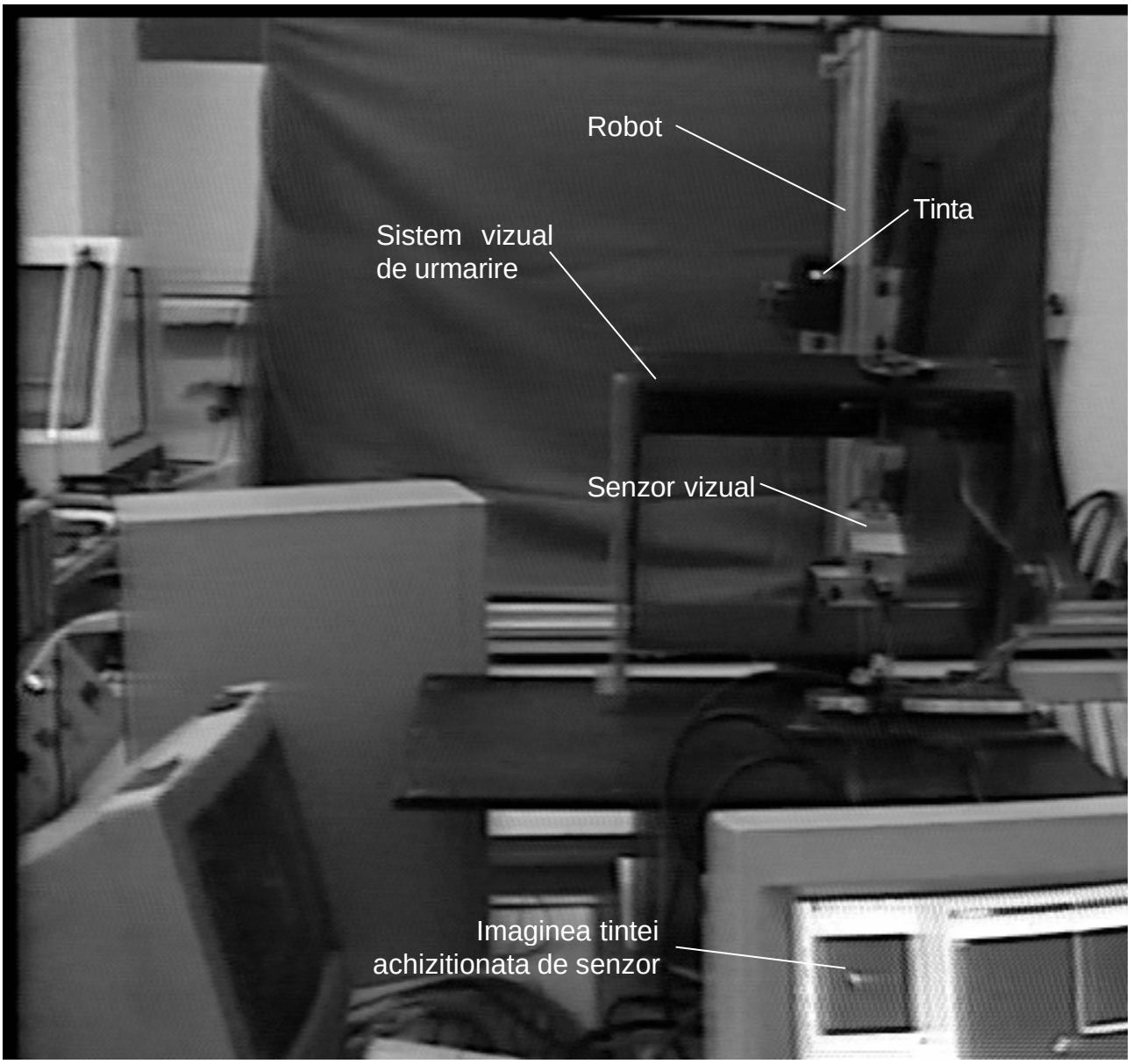

Fig.1.Sistemui robot experimental realizat

Pentru determinarea vitezei unghiulare s-a realizat un program, care citeste si scrie într-un fisier valorile unghiului de rotatie a axului traductorului în timp. Ordinograma programului se prezinta în figura 3.

Pentru citirea variatiei în timp a coordonatei generalizate a servomotorului de c.c. se utilizeaza un traductor incremental de rotatie TIRO 1000, sistemul de actionare a c.c.c. al robotului si o placa de achizitie PCI 1200 montata pe un calculator.

Dupa initializarea placii de achizitie PCI 1200 si initializarea contorului care va realiza numararea impulsurilor generate de traductor, se va deschide fisierul „Coorodnata_generalizata.dat".

La apasarea unei taste se porneste ciclul de masurare si înregistrare date în fisier, în care se citesc valorile contorului, a valoare a ceasului intern urmata de salvarea acestor date în fisierul deschis.

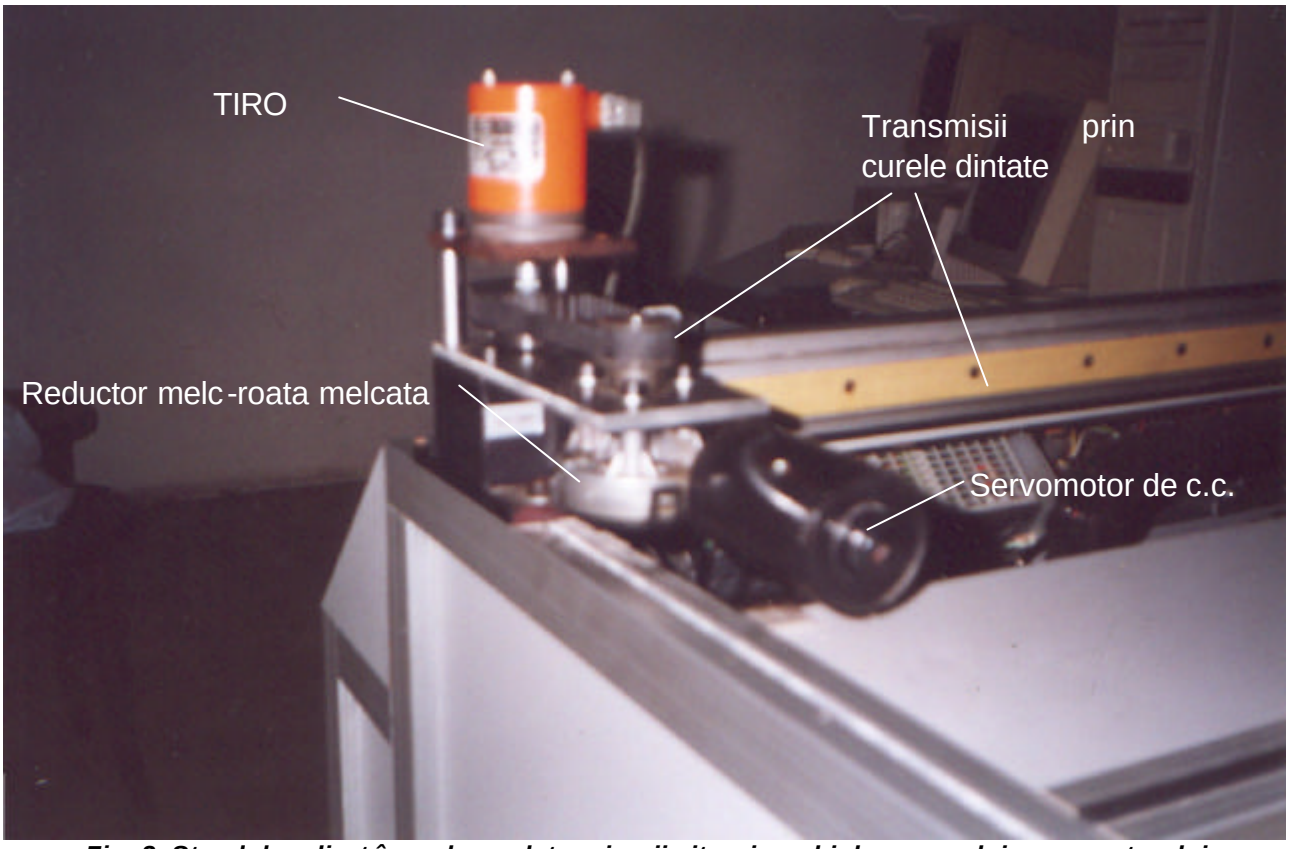

Fig. 2. Standul realizat în vederea determinarii vitezei unghiulare a axului servomotorului

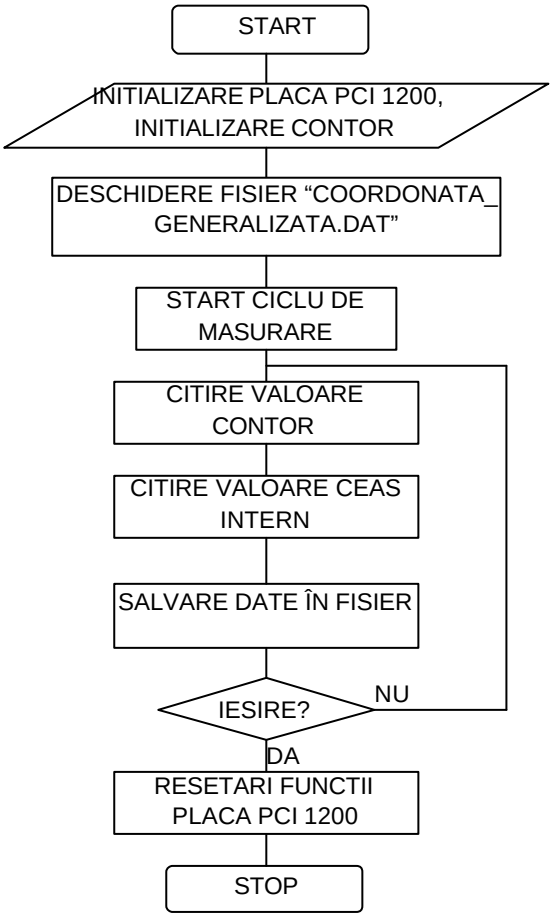

Fig.3. Ordinograma programului de citire a variatiei unghiului de rotatie a axului traductorului în timp

Bucla se va repeta pâna la tastarea unei taste.

La iesirea din bucla se vor reseta functiile placii de achizitie PCI 1200.

Utilizând datele astfel obtinute se poate calcula usor viteza unghiulara a servomotorului tinând cont de raportul de transmitere a reductorului si a transmisiei cu curea dintata.

Subsistemul vizual de urmarire a reusit sa urmareasca deplasarea tintei atasate EF pâna la viteza de 0,25 [m/s]. Aceasta viteza a fost denumita de autor viteza critica.

Prin urmare, pentru o corecta desfasurare a celui de-al doilea experiment se necesita ca viteza tintei sa nu depaseasca aceasta valoare critica. De aceea este necesar ca sa existe posibilitatea limitarii vitezei de deplasare a tintei (prin „taierea" vârfului graficului legii de variatie a vitezei în functie de timp) astfel încât variatia vitezei sa se realizeze dupa o lege de miscare apropiata de o forma trapezoidala.

Imaginea de pe monitorul calculatorului în timpul desfasurarii procesului de urmarire a tintei se prezinta în figura 4.

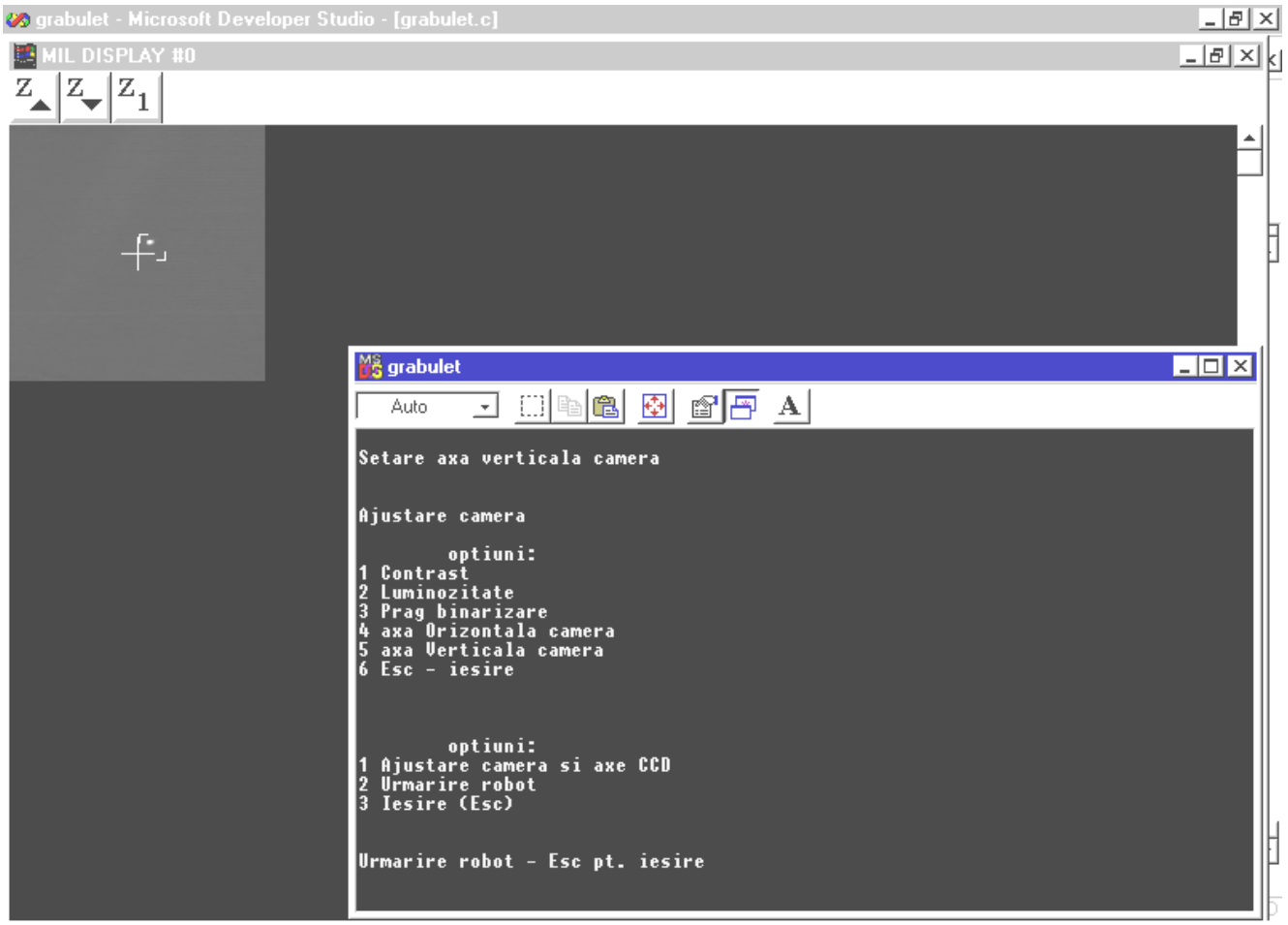

Fig.4. Imagine din timpul desfasurarii procesului de urmarire a tintei

Secventele ciclului de lucru al robotului pentru care s-a realizat a doua parte a experimentelor sunt prezentate în figura 5.

Coordonatele pozitiilor 1 – 9 de atins de catre punctul caracteristic în cadrul secventelor miscarii robotului sunt date în tabelul 1.

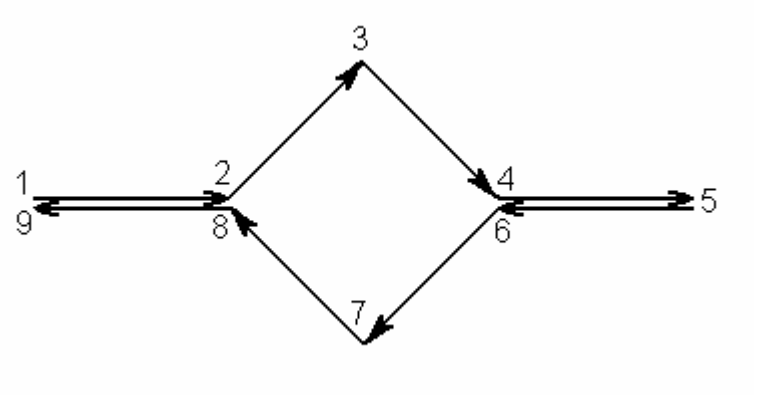

Fig. 5. Secventele ciclului de lucru al robotului

Tabelul 1. Coordonatele pozitiilor 1 – 9 care determina ciclul de lucru al robotului

Puncte	Coordonate pozitii
1	$(150,450,400)$
2	$(150,650,400)$
3	$(150,800,550)$
4	$(150,950,400)$
5	$(150,1150,400)$
6	$(150,950,400)$
7	$(150,800,250)$
8	$(150,650,400)$
9	$(150,450,400)$

Semnalul de comanda pentru variatia în timp a vitezei de deplasare a tintei se genereaza prin variatia corespunzatoare a factorului de umplere.

Pentru determinarea timpilor de corectie pentru fiecare secventa de program s-a adus o modificare programului de conducere globala, astfel încât la fiecare început de secventa de program se înregistreaza timpul generat de ceasul intern al calculatorului.

În momentul în care se porneste programul se seteaza valoarea curenta a variabilei timp egala cu valoarea curenta a ceasului intern.

Daca se noteaza cu:

- t_{i1} valoarea timpului de început al miscarii tintei la parcurgerea buclei „i” de reactie;
- t_{i2} valoarea timpului de început al achizitiei imaginii la parcurgerea buclei „i” de reactie;
- t_{i3} valoarea timpului de început al calculelor necesare la parcurgerea buclei „i” de reactie;
- t_{i4} valoarea timpului de început al comenzii motorului pas cu pas la parcurgerea buclei „i” de reactie;

diferentele dintre valorile timpilor de mai sus sunt valorile timpilor aferenti fiecarei secventa din program.

Atunci:

- $\Delta t_{mcc} = t_{i2} - t_{i1}$ reprezinta timpul necesar generarii comenzii pentru motorul de curent continuu, la parcurgerea buclei „i” de reactie;
- $\Delta t_{aci} = t_{i3} - t_{i2}$ reprezinta timpul necesar achizitiei imaginii, la parcurgerea buclei „i” de reactie;
- $\Delta t_{mcc} = t_{i4} - t_{i3}$ reprezinta timpul necesar calculelor trasaturilor imaginii, la parcurgerea buclei „i” de reactie;
- $\Delta t_{mcc} = t_{i+11} - t_{i4}$ reprezinta timpul necesar generarii comenzii pentru motorul pas cu pas, la parcurgerea buclei „i” de reactie;

O imagine de pe monitorul calculatorului în timpul procesului de conducere globala se prezinta în figura 6.

Sunt afisate pe ecran urmatoarele valori: numarul de pasi realizati (puv=10) de motorul pas cu pas care genereaza miscarea de rotatie yaw pentru subsistemul vizual de urmarire, respectiv numarul de pasi realizati (puo =0) de motorul pas cu pas, care genereaza miscarea de rotatie pitch pentru subsistemul vizual de urmarire; coordonatele tintei în sistemul de referinta legat de baza robotului; coordonatele centrului de greutate ale imaginii tintei în planul imagine; unghiurile yaw si pitch la acel moment pentru subsistemul vizual de urmarire.

Prin programarea traiectoriei prezentate în figura 5 si rulând programul de conducere globala a robotului se determina diferentele Δt_k necesare executarii secventelor corespunzatoare.

Valorile medii ale timpilor obtinuti pe fiecare secventa în parte sunt date în tabelul 2.

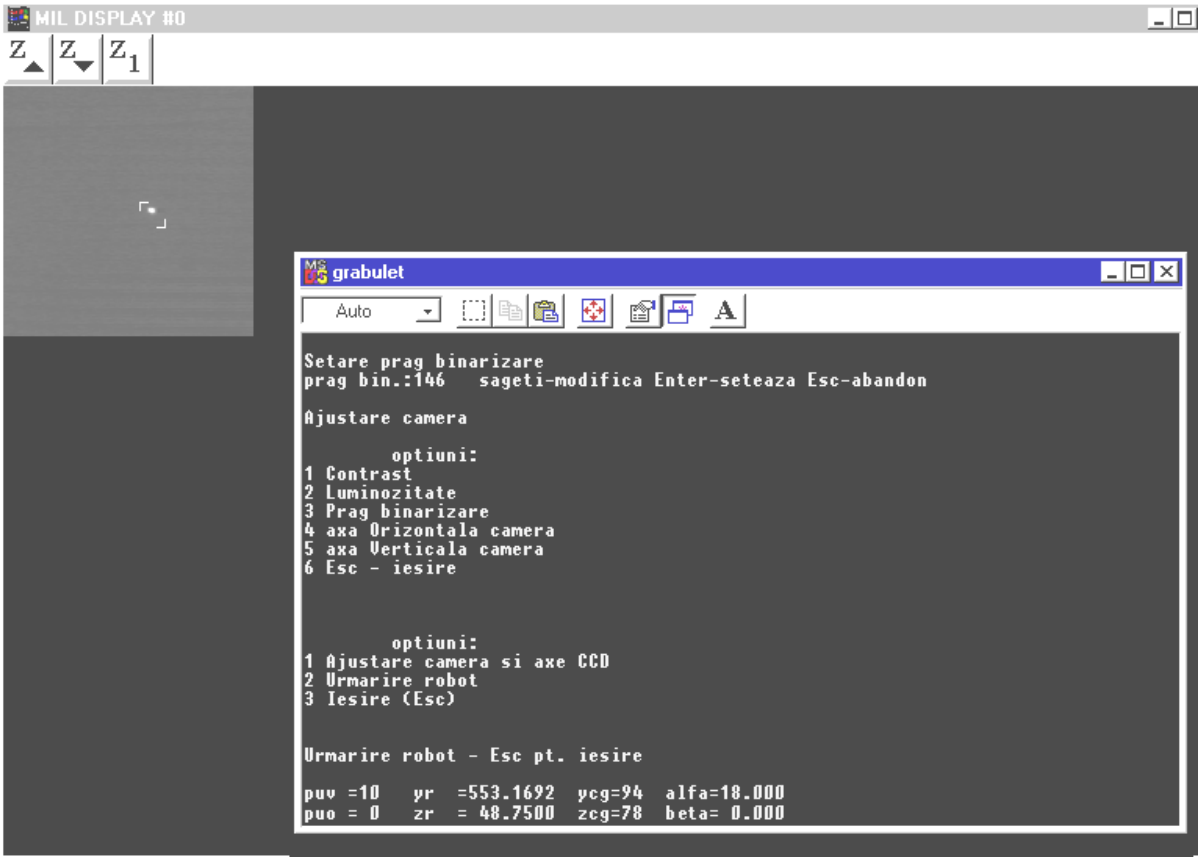

Fig.6. Imagine din timpul procesului de conducere globala a robotului

Pentru a mari viteza de executie a programului, în etapa de experimentare a sistemului de conducere globala a robotului, s-a renuntat la afisarea imaginii tintei pe monitorul calculatorului, obtinându-se în acest mod o crestere a vitezei de închidere a buclei cu pâna la 36,4%.

Prin urmare, timpul mediu pentru închiderea buclei de reactie este de 0,16 [s].

Performantele sistemului robot pot fi înbunatatite cu pâna la 20 – 25 % prin utilizarea unui sistem de calcul mai performant.

Tabelul 2. Valorile medii ale timpilor obtinuti pe fiecare secventa [s]

Secventa	**Generare semnal mcc**	**Achizitie imagine**		**Calculul c.g. al tintei**	**Generare semnal mpp**
		Cu afisare	Fara afisare		
1 – 2	0,034	0,105	0,045	0,038	0,045
2 – 3	0,03	0,110	0,046	0,039	0,045
3 – 4	0,03	0,108	0,046	0,039	0,045
4 – 5	0,034	0,105	0,045	0,038	0,045
5 – 6	0,034	0,103	0,045	0,038	0,045
6 – 7	0,03	0,108	0,046	0,039	0,045
7 – 8	0,03	0,107	0,046	0,039	0,045
8 – 9	0,034	0,104	0,045	0,038	0,045

2. Concluzii

Pentru confirmarea experimentala a teoriilor stabilite autorul a conceput si realizat un sistem robot care dispune de o conducere globala, utilizând în acest sens subsistem vizual de urmarire prevazut cu un senzor vizual. Pentru sistemul robot conceput s-au particularizat toate rezultatele obtinute pentru cazul general.

Utilizând sistemul robot realizat si programul de conducere globala în timp real a sistemului robot utilizând în acest sens informatii furnizate subsistemul vizual de urmarire, s-au verificat si confirmat atât corectitudinea aspectelor teoretice elaborate si dezvoltate, cât si a rezultatelor obtinute în cadrul simularii sistemului robot.

Daca se compara rezultatele obtinute pentru fiecare din timpii aferenti secventelor din programul de conducere globala a robotului se observa o crestere a timpilor în cazul utilizarii sistemului robot realizat, pe care s-a implementat programul de conducere globala în timp real a sistemului robot, fata de timpii obtinuti prin simulare pentru aceleasi secvente din program.

Tabelul 3. Compararea timpilor obtinuti din simulare cu cei realizati efectiv [s]

Proces simulat	**Timp obtinut din simulare**	**Timp realizat efectiv**
Generare semnal mcc	0,01	0,03
Achizitie imagine	0,03	0,045
Calcule din program	0,01	0,038
Generare semnal mpp	0,01	0,045

În tabelul 3 se arata aceasta comparare de rezultate.

Din compararea rezultatelor se trage concluzia ca timpii realizati efectiv sunt de 1,5 – 4,5 ori mai mari decât cei obtinuti prin simulare. Acest fapt se datoreaza urmatoarelor considerente: viteza rularii programului de conducere globala depinde si de performantele sistemului de calcul utilizat, pe când simularea este independenta de acest considerent. Achizitia si generarile de semnale sunt influentate de viteza cu care placile de achizitie „schimba" informatiile cu sistemului de calcul utilizat. O scadere a timpilor efectiv realizati se poate obtine prin utilizarea unor sisteme de calcul mai performante, dar valorile timpilor în orice caz nu pot coborî sub valorile obtinute prin simularea functionarii sistemului robot.

Experimentul realizat a confirmat si corectitudinea simularilor prin care se demonstra posibilitatea realizarii conducerii globale în timp real pentru sistemul robot realizat.

Bibliografie

[1] Tarca, R., Blaga, Fl. – Sisteme CIM, Indrumator de laborator, Editura Universitatii din Oradea, 2001.
[2] Tarca R., Cuc C., Tarca I., Tripe V., A., Program de analiza si recunoastere a corpurilor, Simpozionul national de roboti, editia a XIII a, Resita, 1996.
[3] Tarca, R. - Utilizarea informatiilor cu privire la situarea efectorului final achizitionate prin senzori, în vederea conducerii în timp real a robotilor - Teza de Doctorat, Timisoara, 2001.