

## PROGRAM DE CONDUCERE A UNUI MANIPULATOR TT UTILIZÂND INFORMATII FURNIZATE DE SENZORI VIZUALI

Radu TARCA

Universitatea din Oradea, Catedra Mecatronica si Mecanica Fina,

e-mail: [rtarca@uoradea.ro](mailto:rtarca@uoradea.ro)

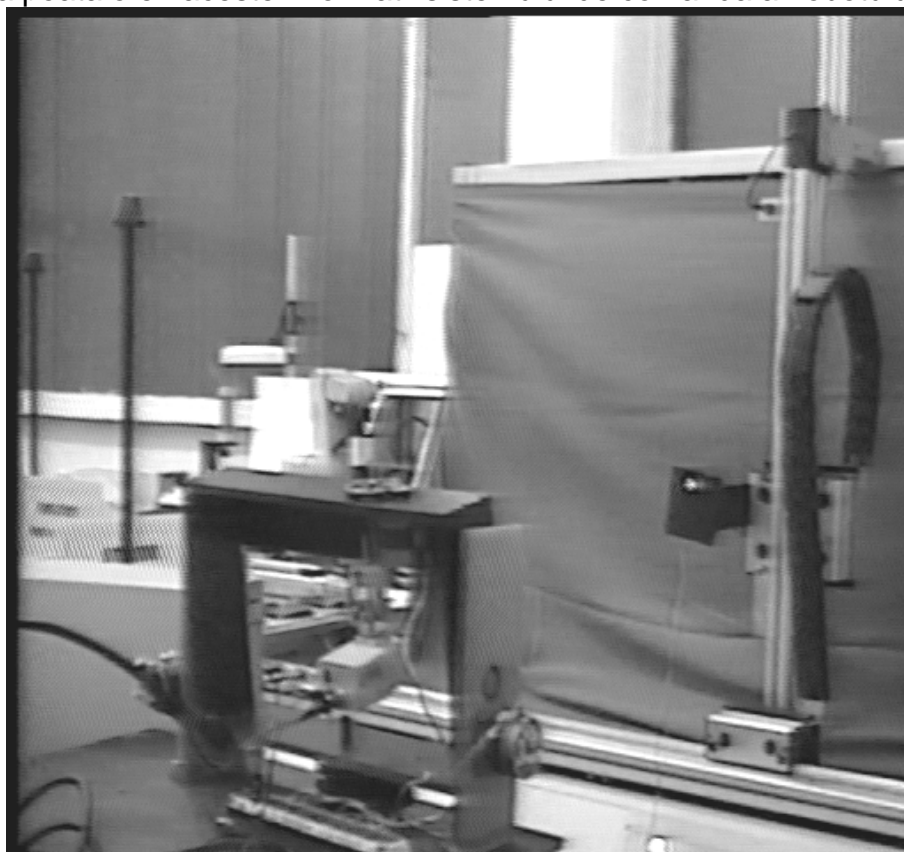
**Keywords:** visualservoing, robot, control, visual sensor.

**Summary:** In this paper is presented a new modality for a TT manipulator control using as the feedback loop the visual information acquired by a CCD camera. This program, realized by author, can be included in visualservoing techniques.

### 1. Prezentarea sistemului

Autorul a conceput un sistem compus dintr-un robot în coordonate carteziene TT si un subsistem de urmarire cu un senzor vizual, prezentat în fotografia din figura 1.

Rolul subsistemului vizual de urmarire este acela de a achizitiona informatii cu privire la pozitia punctului caracteristic aferent efectorului final al robotului în timp real, astfel încât sa poata oferi aceste informatii sistemului de comanda al robotului.



*Fig.1.Sistem experimental realizat*

Totodata, subsistemul vizual de urmarire trebuie sa monitorizeze în timp real deplasarea efectorului final al robotului, astfel încât acesta sa nu paraseasca spatiul de observabilitate al senzorului vizual.

Subsistemele componente ale sistemului robot sunt:

- *sistemul de comanda* a sistemului robot, care are rolul de a preleva informatiile de la subsistemul vizual de urmarire referitoare la pozitia punctului caracteristic al robotului, de a compara aceste pozitii efectiv realizate cu pozitiiile programate si printr-o analiza inversa aplicata erorilor astfel obtinute se vor obtine marimile corectiilor necesare a fi facute la nivelul fiecărei c.c.c.; aceste corectii se vor suprapune peste noile comenzi care se necesita a se aplica la fiecare c.c.c.;
- *sistemul mecanic* al robotului; autorul a optat pentru utilizarea unui robot, care serveste statia ASRS a sistemului CIM al Universitatii din Oradea, care are doua c.c.c. de translatie, în vederea realizarii încercarilor [1];
- *sistemul de actionare* al robotului are rolul de a pune în miscare elementele aferente c.c.c. ale MGT al manipulatorului; elementul de actionare de la nivelul c.c.c. se compune din câte un servomotor de c.c.,cu transmisia mecanica aferenta (reductor melc-roata melcata si transmisii cu curele dintate) [1];
- *subsistemul vizual de urmarire* proiectat si realizat de catre autor, se observa in figura 1;

Configuratia realizata si conceputa a rezultat din posibilitatile efective de hard avute la dispozitie de catre autor.

## 2. PROGRAMUL DE CONDUCERE A MANIPULATORULUI

Programul care realizeaza conducerea globala a sistemului este un program de conducere în pozitie de tip multipunct. Prin particularizare, daca numarul punctelor intermediare este zero se obtine un program de conducere de tip punct cu punct.

Ordinograma programului prin care se realizeaza conducerea globala a sistemului robot se prezinta în figura 2.

Programul achizitioneaza - în mod repetat - imagini ale unei surse luminoase cu ajutorul unui senzor vizual matriceal de tip CCD, utilizând o placa de achizitie imagini de tip Matrox Meteor.

În prima faza sunt efectuate initializarile:

- declarare headere sistem, necesare programului;
- declarare variabile, initializare constante;
- declarare prototipuri functii;
- rezervare memorie pentru placile de achizitie;
- initializari placi de achizitie;
- initializare valori luminozitate, contrast, prag binarizare etc. cu valori prestabilite pe cale statistica;
- resetarea si initializarea axelor sistemului vizual de urmarire, prin aducerea lor "la zero";

Dupa efectuarea acestor initializari, se efectueaza o prima achizitie de imagine (etapa care se include în initializarea programului), iar rezultatul este afisat pe ecran.

Scopul acestei prime achizitii este atât de a oferi posibilitatea unei analize a valorilor prestabilite privitoare la parametrii imaginii (luminozitate, contrast, prag binarizare), cât si de a se obtine un prim punct de referinta pentru calculul pozitiei de start a tinteii luminoase.

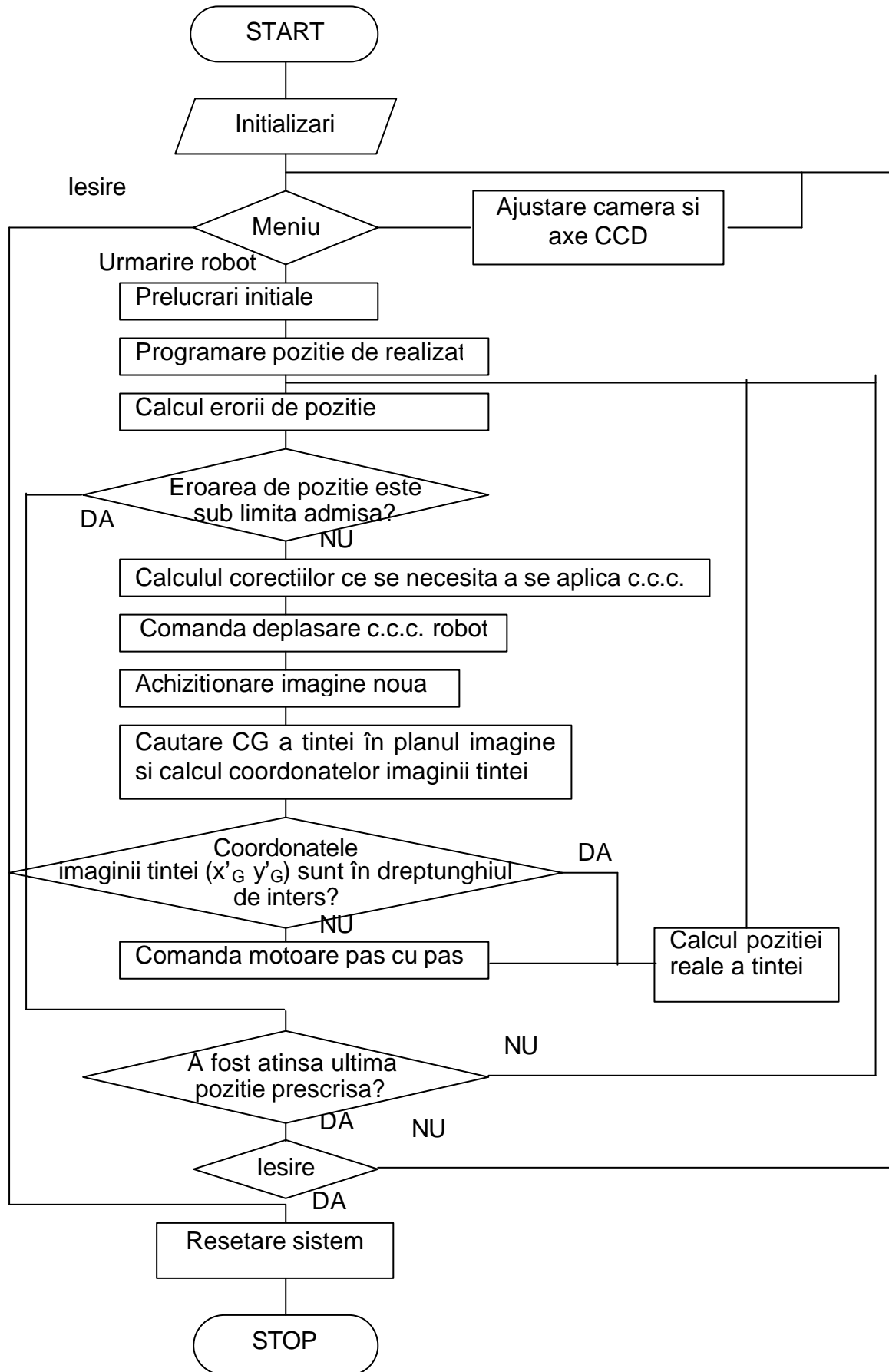
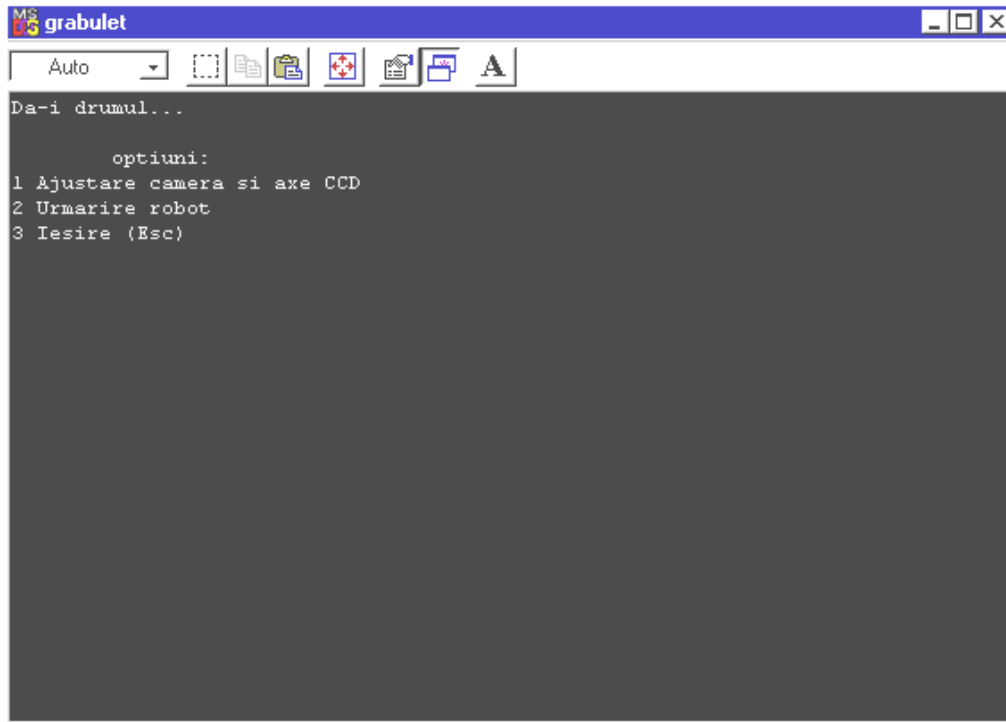


Fig. 2. Schema logica a programului de conducere globala a sistemului robot

Dupa initializari se prezinta utilizatorului un meniu, prezentat în figura 3. Optiunile acestui meniu sunt urmatoarele:

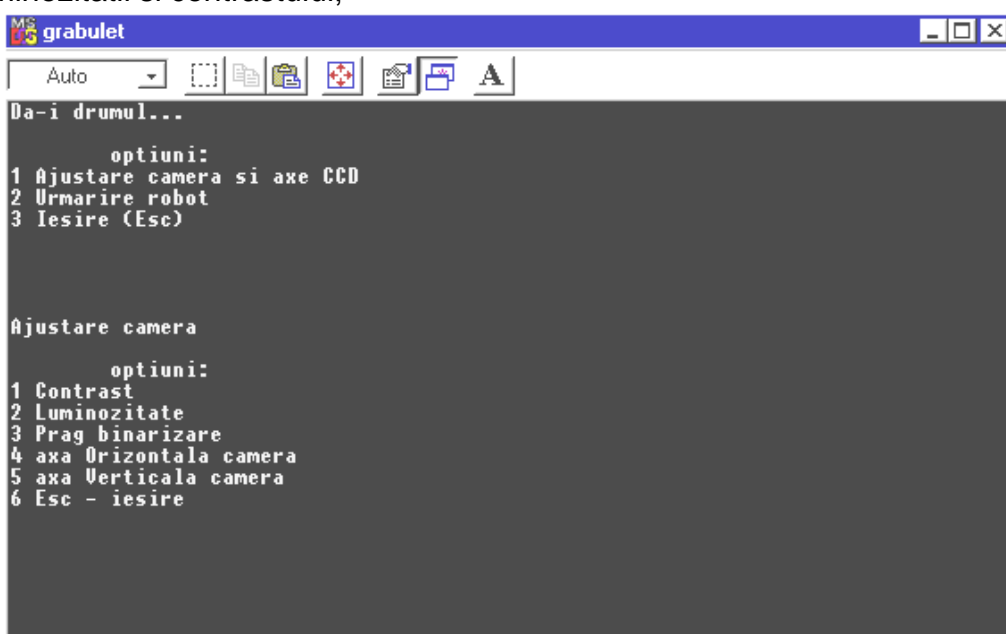
1. *ajustare camera si axe CCD-uri;*
2. *urmarire robot;*
3. *iesire.*



**Fig.3. Meniul programului**

Optiunea de ajustare imagine prezentata în figura 4 si axe CCD se refera la:

- ajustarea parametrilor imaginii cum ar fi: luminozitate, contrast, prag binarizare, în functie de conditiile curente de lucru – imaginea achizitionata se prezinta în figura 5, iar în figurile 6 a), b), c), d) se prezinta imagini ale tinteii la diferite setari ale luminozitatii si contrastului;

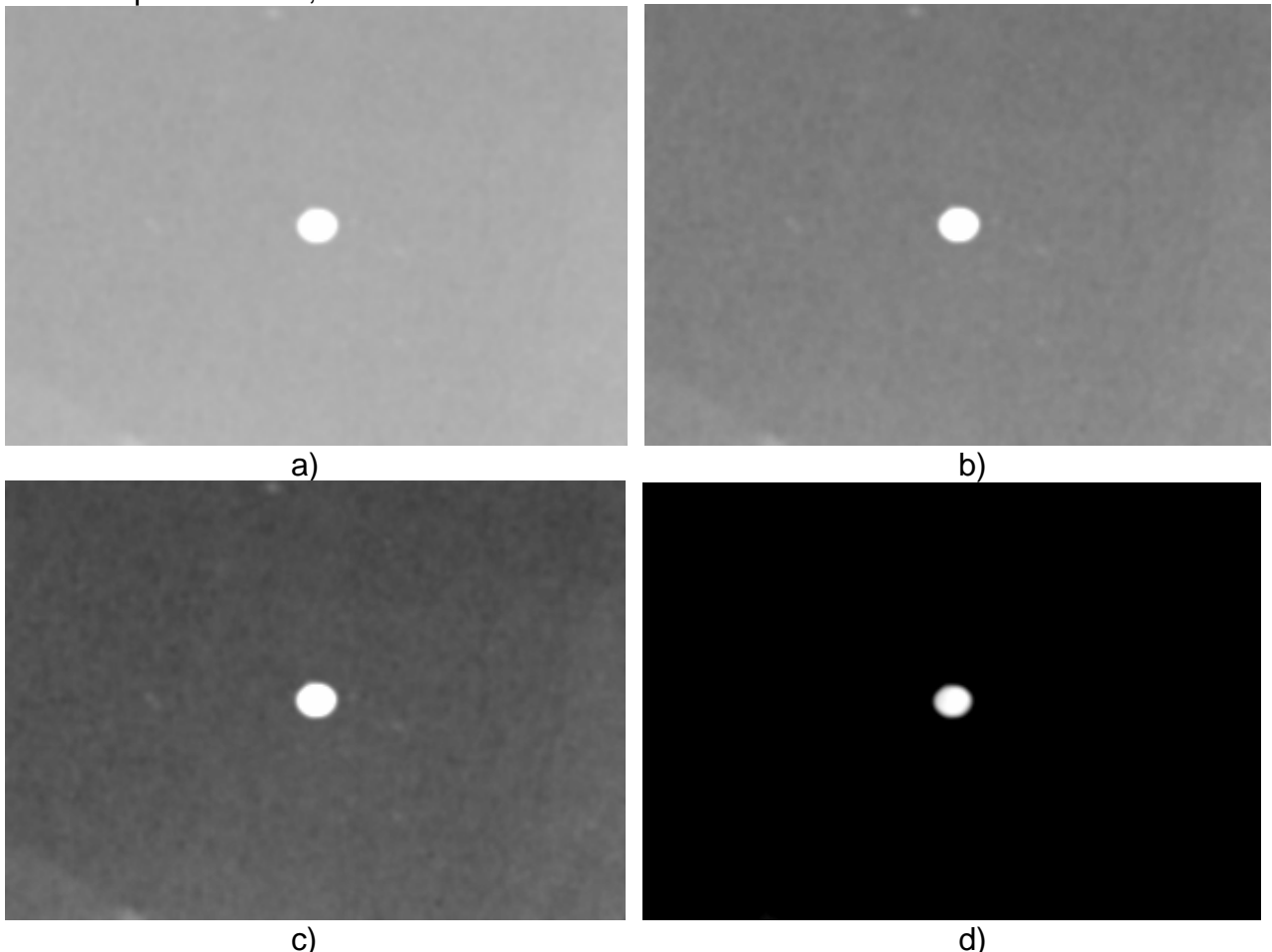


**Fig.4. Meniul „ajustare camera”**



*Fig.5. Imaginea tinteii*

- posibilitatea reglării manuale a unui nou punct de referință a axelor CCD-urilor, astfel încât să se pornească cu analiza tinteii luminoase întotdeauna dintr-un punct central al ecranului, indiferent de situația în spațiu a sursei luminoase la începutul experimentului;



*Fig.6. Imagini ale tinteii la diferite setări ale luminozității, contrastului*

În cadrul opțiunii din meniu de *urmarire robot* se realizează următoarele secvențe:

- se achiziționează o nouă imagine;
- se caută centrul de greutate al sursei luminoase în lanul imagine, în acest sens parcurgându-se următorii pași:
- se binarizează imaginea – imaginea binarizată se prezintă în figura 7;

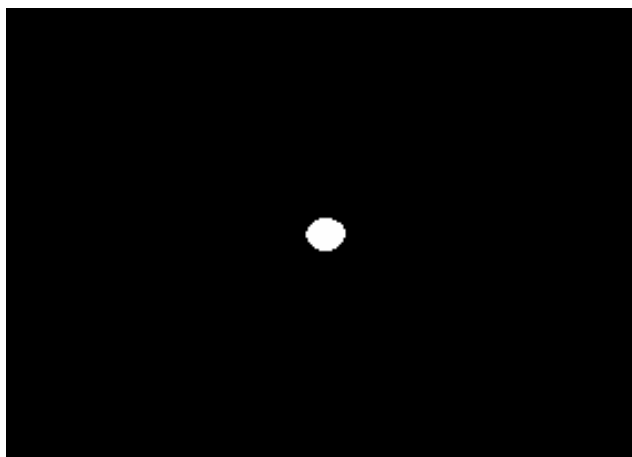


Fig.7. Imaginea binarizata

- se scaneaza imaginea pâna la gasirea primului pixel care este alb, scanarea realizându-se din doua în doua rânduri si controlându-se doar pixelii de rang impar (cu scopul de a mări viteza de cautare a tintei luminoase). Acest pixel va constitui centrul unei matrice patraticice, care va fi parcursa în întregime. Tot în scopul mării vitezei, aceasta cautare nu are loc în întreaga imagine achizitionata, ci doar în cadrul unui dreptunghi de dimensiune prestabilita – *dreptunghiul de interes* - al carui punct central este centrul imaginii (dreptunghiul de interes este marcat în figura 8 cu o linie alba pe fondul negru al imaginii).

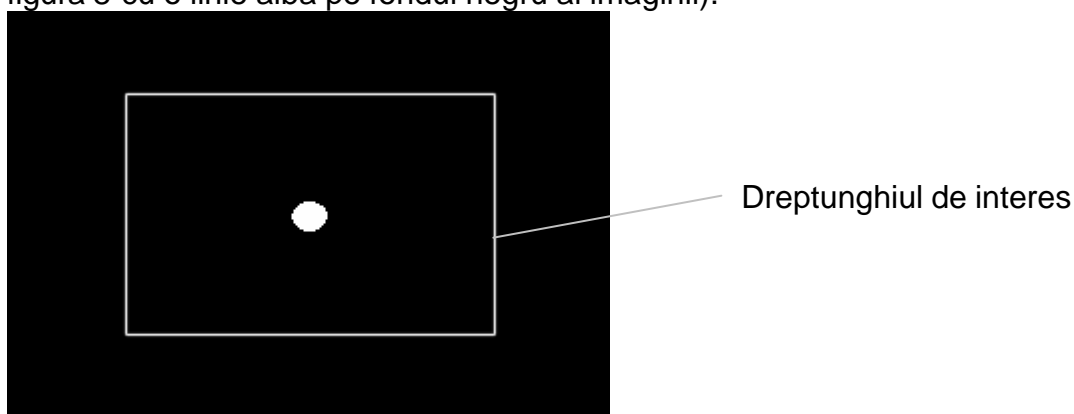
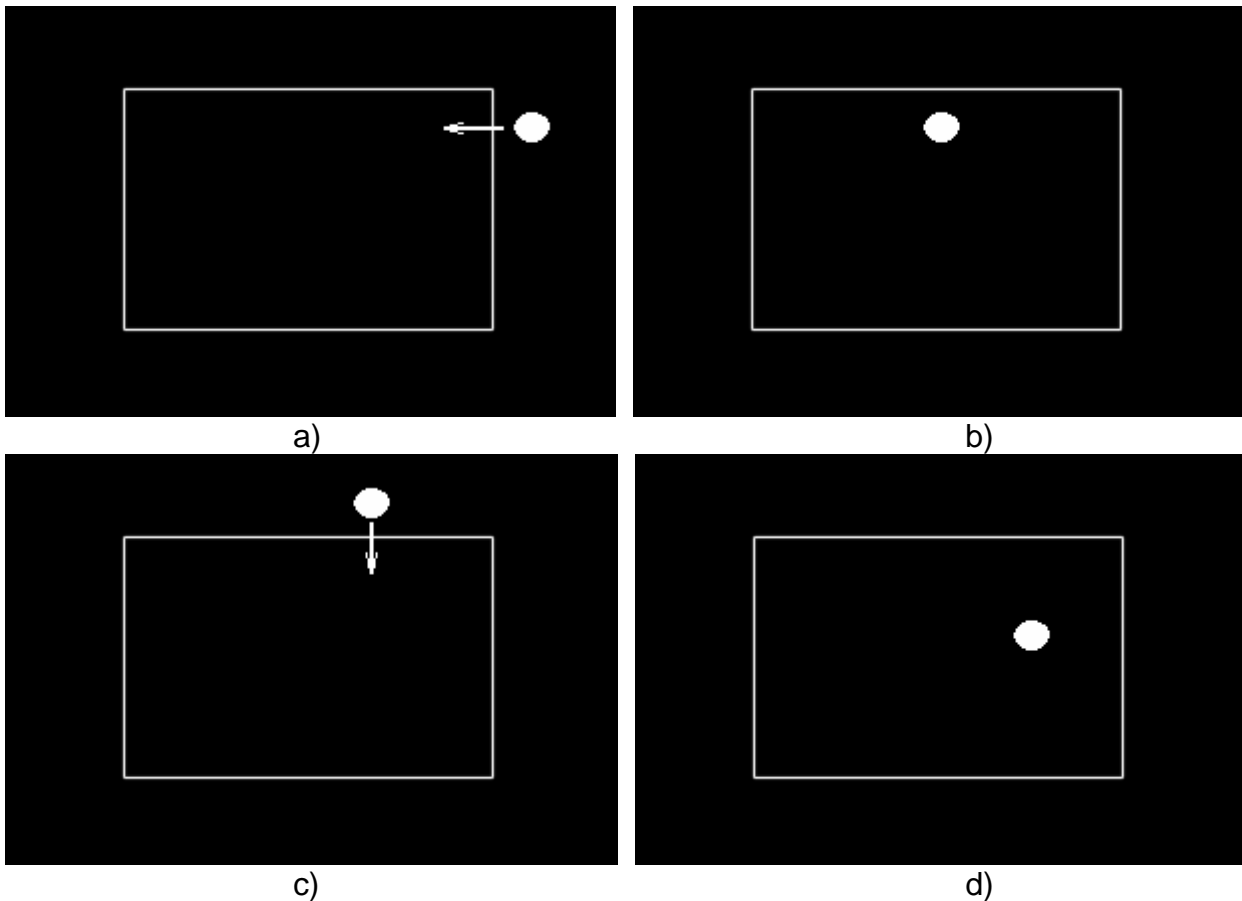


Fig.8. Reprezentarea dreptunghiului de interes pe imaginea binarizata

- În cazul în care suprafata "alba" este mai mica decât o valoare prestabilita, avem de a face cu un zgomot si procesul de cautare continua. Odata identificata pozitia sursei luminoase în cadrul imaginii, se calculeaza coordonatele centrului de greutate al imaginii tinte, care vor constitui coordonate imaginii tinte ( $x'_G$   $y'_G$ ) fata de sistemul de coordonate atasat planului imagine;
- daca coordonatele imaginii tinte sunt în valoare absoluta mai mari decât jumătate din dimensiunile dreptunghiului de interes, atunci se vor comanda c.c.c. ale sistemului mecanic al subsistemului vizual de urmarire astfel încât sa se readuca imaginea tinte în dreptunghiul de interes din planul imagine. În figurile 9 a), b), c), d) se prezinta câteva imagini achizitionate peste care s-a suprapus dreptunghiul de interes; cu sagetile albe se indica sensul în care trebuie sa se deplaseze imaginea tinte pentru a fi pastrata în dreptunghiul de interes;



**Fig.9. Imagini achizitionate în timpul derularii procesului de urmarire a tinte**

- se afiseaza în mod permanent date privitoare la procesul de achizitie, cum ar fi: coordonatele imaginii tinte, timpul scurs de la începerea urmaririi, etc.
- pornind de la informatia cu privire la coordonatele imaginii tinte, se determina coordonatele punctului tinta în sistemul de coordonate atasat subsistemului vizual de urmarire;
- urmatorul pas al programului este acela de calcul al erorii de pozitie;
- în cazul în care eroarea de pozitie calculata este mai mare decât o eroare limita admisa se trece la calculul corectiilor ce se necesita a se aplica la c.c.c., corectii care se aplica peste urmatoarea comanda care se necesita a se realiza;
- daca eroarea de pozitie calculata este sub valoarea erorii limita admise înseamna ca s-a atins pozitia curenta programata cu o precizie data chiar de valoarea erorii limita admise; daca pozitia curenta este si ultima pozitie de atins prescisa atunci operatorului uman i se ofera posibilitatea iesirii din program sau întoarcerea în meniu; daca pozitia curenta nu este ultima pozitie prescisa atunci programul astepta comanda pentru realizarea urmatoarei pozitii de atins.

*Optiunea de iesire* ofera posibilitatea utilizatorului de a parasi programul la acel moment.

De asemenea (nereprezentat în schema logica pentru a o face mai lizibila), utilizatorul are posibilitatea în orice moment al executiei programului sa opreasca derularea acestuia, prin apasarea tastei Esc.

În momentul în care s-au cules suficiente date, utilizatorul poate alege oprirea executiei programului.

La acest moment se efectueaza urmatoarele operatiuni:

- se reseteaza placa de achizitie si placa de comanda;
- se elibereaza zonele de memorie rezervate;
- se reda controlul sistemului de operare.

Programul „grabulet” prezentat în ordinograma din figura 2. a fost realizat utilizând limbajul Visual C.

### 3. CONCLUZII

Programul conceput de catre autor a fost rulat si în urma rularii s-a confirmat corectitudinea simulării sistemului, simulare functionala realizata utilizând programul Matlab Simulink. Totodata prin rularea rogramului s-a verificat corectitdinea algoritmului de conducere servovizuala a sistemului robot.

### 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.