

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00355

(22) Data de depozit: 22.04.2010

(41) Data publicării cererii:
29.04.2011 BOPI nr. 4/2011

(71) Solicitant:
• MB TELECOM LTD S.R.L.,
CALEA BUCUREȘTILOR NR.3A, OTOPENI,
IF, RO

(72) Inventatori:
• MIRCEA TUDOR,
STR. SMARANDA BRAESCU NR.51,
BL.21F, AP.33, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;

• OLTEANU FLORIN, STR. ZIMBRULUI
NR.9, BL.63, SC.A, ET.3, AP.13, PITEȘTI,
AG, RO;
• PÎRVAN FELIX, STR. ION C. BRĂȚIANU
BL.A7, SC.A, ET.1, AP.2, PITEȘTI, AG, RO;
• MIEILICA EMIL, STR. MOHORULUI NR.1,
BL.139, SC.C, ET.4, AP.106, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• BIZGAN ADRIAN, BD. BUREBISTA NR.4,
BL.D13, SC.2, AP.63, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ ȘI SISTEM DE DETERMINARE A POZIȚIEI ȘI
ORIENTĂRII PENTRU ROBOȚI MOBILI ÎN MEDII UNIFORME

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un sistem de determinare a poziției și orientării roboților mobili în medii uniforme. Sistemul conform invenției este alcătuit din una sau două camere video (1 și 3), amplasate pe un robot mobil și orientate în jos, și o unitate de procesare (2), pe care rulează o aplicație software specializată pentru procesarea imaginilor preluate de la camerele video (1 și 3). Metoda de determinare a poziției și orientării unui robot mobil, conform invenției, constă din înregistrarea unei succesiuni de imagini ale suprafeței de rulare, folosind una sau două camere video, amplasate pe robot, și prelucrarea imaginilor, folosind o metodă de detecție a translațiilor și rotațiilor ce generează, printr-o metodă de calcul dependentă de modelul de mișcare al robotului mobil, poziția și orientarea robotului în funcție de poziția și orientarea lui de la orice alt moment anterior.

Revendicări: 6
Figuri: 4

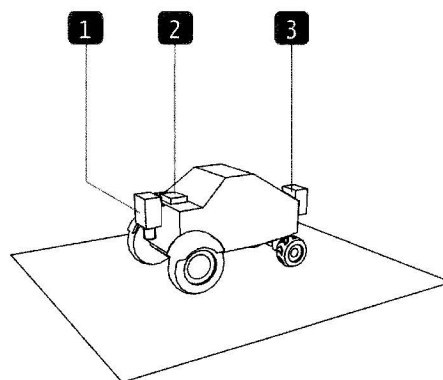


Fig. 1



METODĂ ȘI SISTEM DE DETERMINARE A POZITIEI ȘI ORIENTĂRII PENTRU ROBOTI MOBILI ÎN MEDII UNIFORME

Prezenta invenție se referă la o metodă și la un sistem de determinare a poziției și orientării pentru roboți mobili în medii uniforme, folosind imagini consecutive ale suprafeței pe care se mișcă robotul, imagini preluate la momente de timp diferite, de o cameră video, orientată în jos, amplasată pe robot. Zona de interes pe care o vizează prezenta invenție o reprezintă sistemele robotice mobile autonome ce se deplasează în medii uniforme, ce au nevoie de un sistem de referință pentru planificarea deplasărilor într-o zonă necartografiată.

Este cunoscut faptul că sistemele robotice mobile autonome care nu se deplasează în medii cu sisteme de poziționare cu referință fixă au nevoie de un sistem de determinare referențială a zonelor necunoscute, pentru planificarea deplasărilor în zone necartografiate.

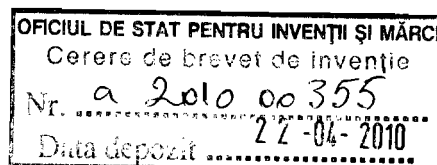
În scopul determinării poziției și orientării roboților mobili în medii necartografiate, sunt cunoscute mai multe metode care folosesc tehnologii variate și combinate pentru a genera poziția și orientarea, precum sisteme GPS cu ajustare de eroare prin stație totală amplasată la sol, sisteme laser de tip perdea care generează o hartă tridimensională a mediului înconjurător, accelerometre și giroscopuri care măsoară variația accelerațiilor liniare și unghiulare ale robotului mobil. Aceste metode au ca dezavantaj major efortul computațional mare de a prelucra și infera informațiile prezentate de multitudinea de senzori și un rezultat insuficient pentru aplicațiile de înaltă precizie, atunci când aceste metode sunt aplicate în medii uniforme, întrucât identifică poziția și orientarea în funcție de diversitatea mediului înconjurător. Sistemele ce implementează metodele de mai sus au ca dezavantaj major precizia scăzută în medii uniforme și costul foarte ridicat, întrucât combină mai multe tipuri de senzori costisitori.

Metoda de determinare a poziției și orientării roboților mobili în medii uniforme înlătură dezavantajele de mai sus, prin aceea că permite o precizie crescută de măsurare a poziției în medii uniforme, identifică și furnizează, în coordonate față de o poziție anterioară, deplasarea robotului mobil.

Sistemul care implementează metoda, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că permite o precizie crescută de măsurare a poziției și orientării prin preluarea de imagini consecutive ale suprafeței de rulare, folosind o cameră video orientată în jos, amplasată pe robotul mobil. Imaginile preluate de la camera video sunt prelucrate folosind o metodă de detecție a translațiilor și rotațiilor ce generează, printr-o metodă de calcul dependentă de modelul de mișcare al robotului mobil, poziția și orientarea robotului în funcție de poziția și orientarea de la orice alt moment anterior.

Metoda de determinare a poziției și orientării roboților mobili în medii uniforme se derulează după următoarele etape:

- Se preia o succesiune de imagini de la camera video amplasată pe robot.
- Fiecărei imagini preluate i se aplică niște prelucrări preliminare:
 - Se decupează marginile pentru a se elimina defectele marginale datorate capturii și a o aduce la o formă pătrată.



- Se ajustează valorile marginale ale intensității pentru a obține continuitate de la o margine a imaginii la marginea opusă, obținând astfel o imagine reentrantă.
- Pentru fiecare imagine se calculează un scor, proporțional cu nivelul de încredere într-o anumită deplasare relativă a imaginii respective față de o anumită imagine inițială, astfel:
 - Se determină setul de imagini anterioare S cu care imaginea curentă poate avea suprapuneri.
 - Se alege imaginea din S cu cel mai mare scor.
 - Se determină rotația dintre imaginea curentă și respectiva imagine anterioară prin procedura P1 sau P2.
 - Se rotește imaginea curentă în sens invers rotației detectate, astfel încât imaginile să fie corelate din punct de vedere al rotației.
 - Se determină translația dintre imaginea curentă astfel rotită și imaginea anterioară, prin corelare încrucișată. Deplasarea relativă dintre cele două imagini va fi compunerea acestei translații cu rotația determinată mai sus.
 - Se determină un scor temporar pentru imaginea curentă, din scorul deplasării determinate și scorul imaginii anterioare față de care s-a determinat deplasarea.
 - Se repetă algoritmul pentru imaginea din S cu următorul scor, cât timp se mai poate obține pentru imaginea curentă un scor mai bun. Scorul posibil pentru imaginea curentă este cel mult egal cu scorul imaginii anterioare luate ca reper în calcularea deplasării.
- Algoritmul produce, cu încredere specificată, deplasarea relativă a oricărei imagini I față de o imagine inițială de referință I_0 , dar și față de alte imagini intermediare, prin care se stabilește un lanț de la I_0 la I.

Sistemul care pune în aplicare metoda de mai sus se compune dintr-o cameră video, amplasată pe robotul mobil și orientată în jos, dintr-o aplicație software specializată ce procesează imaginile și o unitate de procesare pe care rulează aplicația software specializată.

Sistemul, conform invenției, instalat pe un robot mobil ce se deplasează într-un mediu uniform, determină poziția și orientarea robotului, în funcție de o poziție și o orientare anterioară.

Pe unitatea de procesare rulează o aplicație software specializată pentru procesarea imaginilor, aplicație ce implementează metoda descrisă mai sus.

Într-o variantă de implementare, aplicația software implementează metoda de mai sus, folosind procedura P1 pentru determinarea rotației, procedură ce transformă imaginile din coordonate carteziane în coordonate log-polare, extrage din fiecare imagine semnătura rotației și corelează încrucișat semnăturile de rotație ale celor două imagini, rezultând unghiul de rotație dintre ele.

Într-o altă variantă de implementare, aplicația software implementează metoda descrisă, folosind procedura P2 pentru estimarea rotației, aplicabilă la roboți care se deplasează pe roți, de tipul autovehiculelor cu osii independente două câte două. Procedura ia în calcul amplasarea camerei video relativ la o osie de referință, se bazează pe un model de mișcare al deplasării robotului și calculează geometric rotația

respectivei osii. Dacă osia respectivă este fixă în raport cu robotul, rezultatul va fi rotația robotului. Metoda face uz de două ipoteze fundamentale:

- Traiectoria unui punct de pe o osie independentă este normală pe osie.
- Mișcarea robotului între două puncte foarte apropiate poate fi considerată uniformă

Într-o altă variantă de implementare, sistemul cuprinde în plus o a doua cameră video, amplasată solidar cu prima, astfel încât să nu existe deplasări relative ale unei camere față de cealaltă. Cu acest montaj, aplicația software implementează metoda descrisă, folosind o procedură P3 pentru determinarea rotației, eliminând restricțiile procedurii P2 asupra modelului de deplasare al robotului. Procedura P3 depinde doar de amplasarea relativă a celor două camere și determină prin metode geometrice, unghiul de rotație comun al celor două camere, între două poziții ale căror imagini asociate prezintă suprapunere.

Cele trei proceduri de determinare a rotației au fiecare anumite potrivite anumitor aplicații:

- Procedura P1 are la bază un algoritm de prelucrare a imaginilor autosuficient (nu necesită informații suplimentare despre montaj), și ca atare nu impune restricții asupra montajului, dar impune camerei video o rezoluție mare și o suprafață vizibilă la sol cât mai mare.
- Procedura P2 funcționează cu o cameră video de rezoluție medie și cu o suprafață vizibilă la sol relativ mică (permițând amplasarea camerei mai aproape de sol), dar impune anumite restricții asupra modelului de mișcare al robotului.
- Procedura P3 funcționează cu două camere video de rezoluție medie și cu suprafețe vizibile la sol relativ mici (permițând amplasarea camerelor mai aproape de sol), are o precizie mai bună decât P2 și nu impune restricții asupra montajului.

Folosirea metodei și sistemului de determinare a poziției și orientării pentru roboți mobili ce se deplasează în medii uniforme conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- determină cu precizie poziția și orientarea robotului mobil ce se deplasează în medii uniforme
- algoritm rezistent la zgomote și la vibrații
- determină traiectoria robotului mobil, pe o hartă cu puncte, având asociate un scor, hartă utilizabilă la planificarea navigației robotului în mediu uniform
- cost scăzut de implementare prin simplitate și numărul scăzut de componente
- versatilitate în exploatare, indiferent de sensul de deplasare al robotului mobil, timp de instalare redus pe orice robot mobil

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile de la 1 la 3 ce reprezintă:

- *fig.1* vedere în perspectivă a sistemului de determinare a poziției și orientării, conform invenției, exemplificat prin amplasarea pe un robot mobil;
- *fig.2* diagrama algoritmului de funcționare a aplicației software specializate ce procesează imaginile folosind procedura P1 și determină poziția și

orientarea, conform invenției pentru roboți mobili ce se deplasează în medii uniforme;

- *fig.3* diagrama procedurii P2 pentru determinarea rotației.

Sistemul de determinare a poziției și orientării roboților mobili în medii uniforme, se compune, conform invenției, dintr-o cameră video **1** orientată în jos, pentru preluarea imaginilor, și o unitate de procesare **2**, pe care rulează o aplicație software specializată pentru procesarea imaginilor, ce implementează algoritmul de procesare a imaginilor video și determinare a poziției și rotației robotului mobil ce se deplasează în medii uniforme.

Într-o altă variantă de implementare sistemul de determinare a poziției și orientării roboților mobili în medii uniforme are instalată încă o cameră video **3**, orientată în jos pentru preluarea unui al doilea set de imagini, folosit de aplicația software.

În orice variantă de implementare, sistemul se instalează pe un robot mobil, fixat astfel încât se deplasează solidar cu robotul mobil și înregistrează cu camerele video **1** și **2** imagini, din care aplicația software specializată extrage poziția și orientarea robotului și o furnizează către module de control automat sau către operator.

Revendicări

1. Metodă de determinare a poziției și orientării roboților mobili ce se deplasează în medii uniforme, **caracterizată prin aceea că**, determină poziția și orientarea folosind imagini consecutive ale suprafeței pe care se deplasează robotul, imagini preluate la momente de timp diferite, de o cameră video orientată în jos, amplasată pe robot.
2. Sistem de determinare a poziției și orientării roboților mobili ce se deplasează în medii uniforme, care pune în aplicare metoda din revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** este constituit dintr-o cameră video 1 orientată în jos, pentru preluarea imaginilor, o unitate de procesare 2, pe care rulează o aplicație software specializată pentru procesarea imaginilor, ce implementează algoritmul de procesare a imaginilor video și determinare a poziției și rotației robotului mobil ce se deplasează în medii uniforme.
3. Sistem de determinare a poziției și orientării roboților mobili ce se deplasează în medii uniforme, care pune în aplicare metoda din revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** într-o altă variantă de implementare este constituit din două camere video 1 și 3 orientate în jos, pentru preluarea imaginilor, o unitate de procesare 2, pe care rulează o aplicație software specializată pentru procesarea imaginilor, ce implementează algoritmul de procesare a imaginilor video și determinare a poziției și rotației robotului mobil ce se deplasează în medii uniforme.
4. Algoritm de prelucrare a imaginilor video, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, determină poziția și orientarea robotului mobil ce se deplasează în mediu uniform așa cum este descris în diagrama din fig. 2.
5. Algoritm de prelucrare a imaginilor video, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, procedura ce detectează rotația dintre două imagini este descrisă în diagrama procedurii P2 din fig. 3.
6. Algoritm de prelucrare a imaginilor video, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, procedura ce detectează rotația dintre două imagini este descrisă în diagrama procedurii P3 din fig. 4.

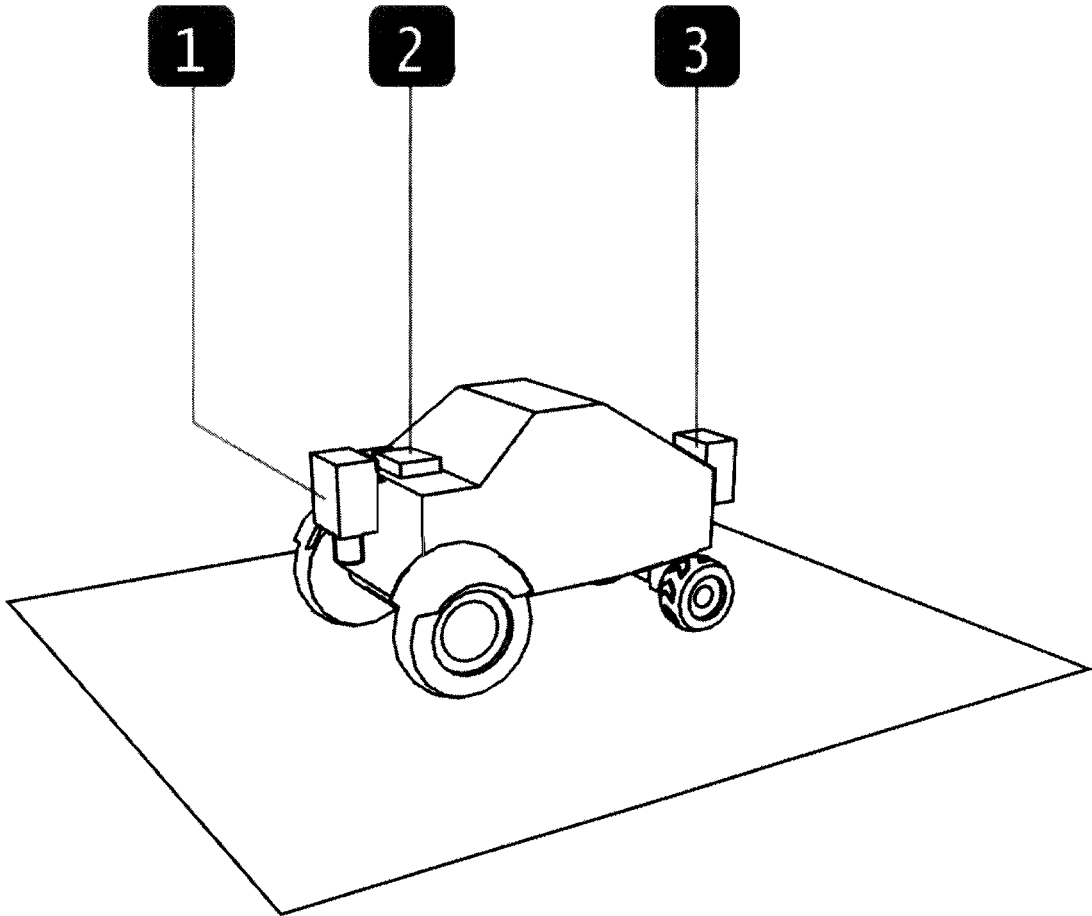


Fig. 1

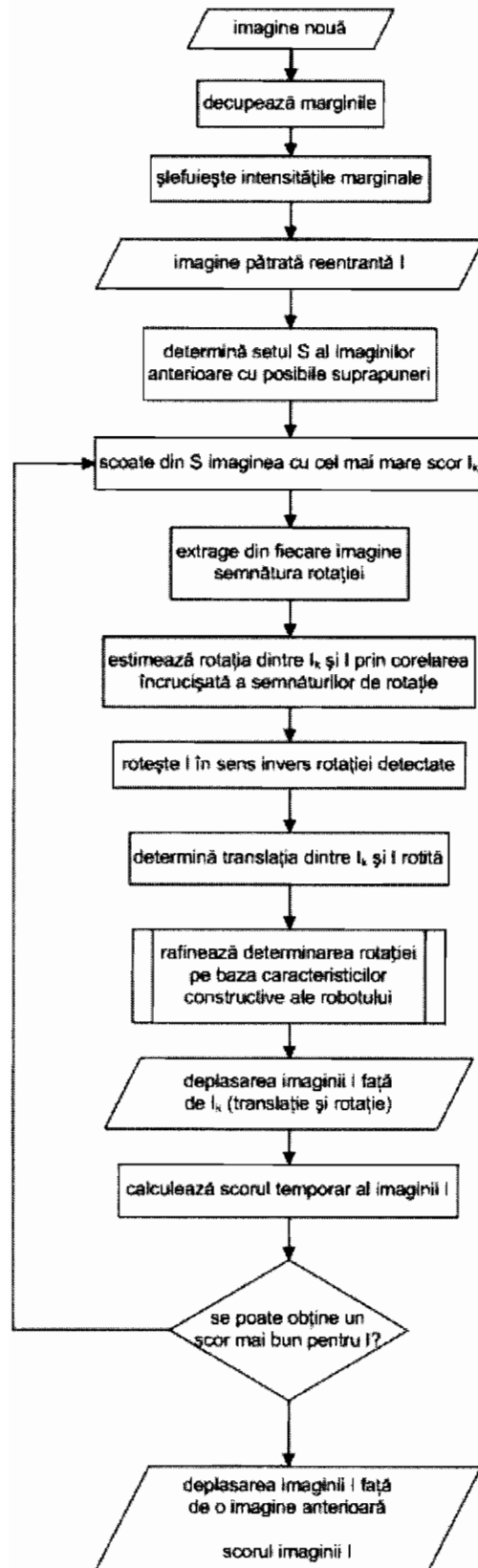


Fig. 2

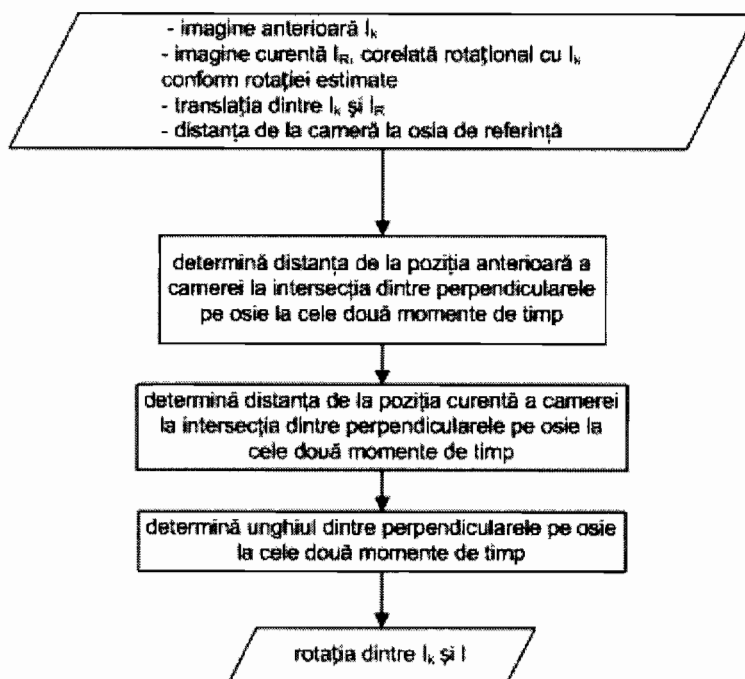


Fig. 3

22-04-2010

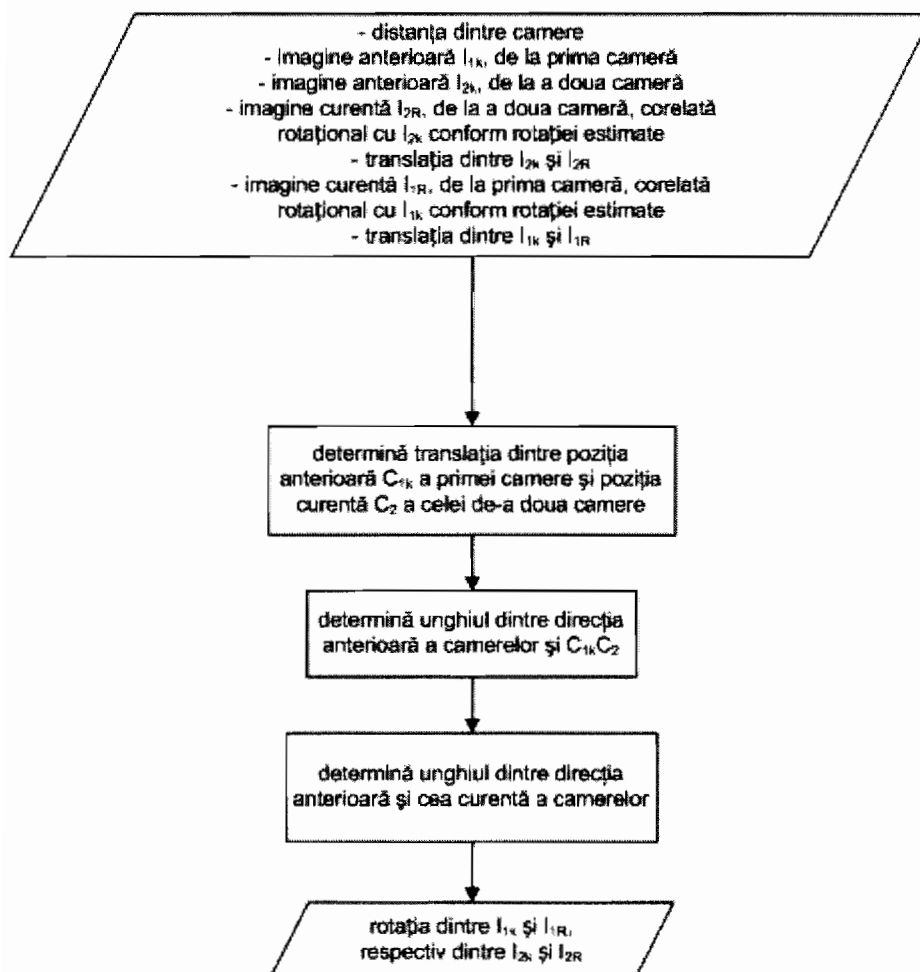


Fig. 4