



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 01428

(22) Data de depozit: 21.12.2011

(41) Data publicării cererii:
30.05.2012 BOPI nr. 5/2012

(71) Solicitant:
• TEAMNET INTERNATIONAL SA,
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR. 319,
SEMA PARC, CITY BUILDING 1, ET. 8,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• STAN GEORGE MIHAIL, STR. GLĂDIȚEI
NR. 42, BL. 77, ET. 9, AP. 904, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;

• NEDELCU RADU BOGDAN,
STR. LOCOTENENT GHEORGHE SAIDAC
NR. 4, BL. 35, SC. D, AP. 64, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• TRĂȘCU ION OVIDIU,
STR. MARINARILOR NR. 12-16, BL. IX/1,
SC. A, ET. 1, AP.5, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM COLABORATIV DE TIP MULTIAGENT,
IMPLEMENTAT PE PLATFORME AERIENE FĂRĂ PILOT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem colaborativ de tip multi-agent, implementat pe platforme aeriene fără pilot, destinat sprijinirii unor misiuni specifice atât cu caracter civil, cât și militar. Sistemul conform invenției este alcătuit din una sau mai multe platforme aeriene fără pilot (UAV), care îndeplinesc rolul de agenți inteligenți, un centru terestru de comandă și control (CTC2), un centru de management al misiunii (CMM), care poate fi colocat sau separat de centrul terestru de comandă și control (CTC2), și un sistem de comunicații radio (SRA, SRB, SRC) care asigură legăturile între elementele componente ale sistemului; fiecare platformă aeriană fără pilot (UAV) are câte un calculator de bord (CB) pe care sunt implementați algoritmi de inteligență artificială, care permit folosirea descentralizată a funcțiilor de învățare ca instrument de planificare a operațiilor de recunoaștere și localizare a focarelor de incendiu, de recunoaștere și localizare a victimelor, a suprafețelor afectate de calamități, accidentelor aviatice și terestre, de recunoaștere în scopuri militare și civile.

Revendicări: 3
Figuri: 4

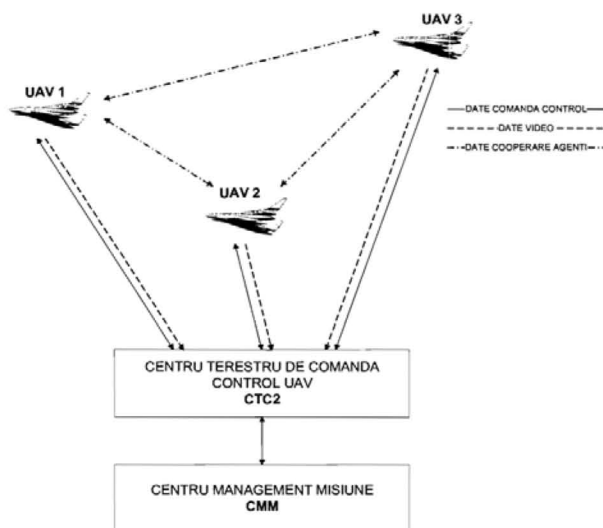


Fig. 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2011 01428
Data depozit ... 2.1.-12-2011 ...

Prezenta invenție se referă la un sistem colaborativ de tip multi-agent implementat pe platforme aeriene fără pilot (**UAV**) destinat sprijinirii unor misiuni specifice, atât cu caracter civil cât și militar: dezastre naturale și antropice, supravegherea frontierei de stat și a zonelor protejate, situații de criză și operațiuni militare.

În prezent managementul acestor misiuni se realizează prin constituirea unui centru de management al misiunii, căruia îi sunt alocate forțe și mijloace specifice de intervenție. Parametrii principali ai misiunii sunt reprezentați de timpul de intervenție (definit ca fiind timpul scurs între momentul încredințării misiunii și intervenția propriu-zisă) și de forțele și mijloacele deplasate la fața locului. Cu cât timpul de intervenție este mai scurt și cu cât echipa de intervenție este mai corect dimensionată, cu atât intervenția este mai eficientă. În prezent dimensiunea inițială a mijloacelor și echipelor de intervenție se bazează pe informații obținute de la observatorii aflați în zona de intervenție, transmise cel mai adesea prin telefon sau radio. Aceste informații au întotdeauna un grad de incertitudine, cauzat de starea fizică și psihică a observatorului precum și de abilitatea acestuia de a prezenta concis situația existentă. Ulterior dimensionarea este ajustată în funcție de informațiile obținute de la echipele deplasate la locul misiunii. Și în acest caz evaluarea situației este incertă în cazul misiunilor desfășurate pe o suprafață mare (zeci de kilometri pătrați). Sistemele de management al crizelor din alte state utilizează echipe de intervenție rapidă ambarcate pe elicoptere sau avioane. Această soluție prezintă avantajul unui timp de intervenție foarte scurt, îndeplinirea rapidă a misiunii, dar prezintă dezavantajul unui cost ridicat. Un alt dezavantaj, în cazul misiunilor terestre în marile aglomerări urbane, îl constituie traficul rutier care devine din ce în ce mai aglomerat și prelungește timpul de intervenție.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem care elimină dezavantajele prezentate anterior, asigură un management eficient al misiunilor cu costuri reduse, cu consecințe directe asupra salvării vieților omenești și protejarea mediului.

Sistemul colaborativ de tip multi-agent implementat pe platforme aeriene fără pilot (**UAV**), este construit, conform invenției, pe principiul teoriei sistemelor multi-agent aplicată pentru misiuni specifice și este alcătuit din unul sau mai multe **UAV**, care îndeplinesc rolul de agenți inteligenți, un centru terestru de comandă și control (**CTC2**), un centru de management al misiunii (**CMM**) care poate fi colocat sau

separat de **CTC2** și un sistem de comunicații (**SRA, SRB, SRC**) care asigură legăturile radio între elementele componente ale sistemului. Evoluția **UAV** are loc pe baza unor strategii de conducere și colaborare care le permite să acționeze autonom în funcție de necesarul de informații și să furnizeze **CTC2** o imagine completă a zonei survolate.

Colaborarea inter-agent din cadrul sistemului constă în partajarea informației obținute în timp real, împărțirea obiectivelor de echipă în obiective individuale, stabilirea rolurilor, adaptarea strategiei la dinamica situației (zone urmărite, informații transmise, tipuri de măsurători, regim de zbor etc.), presupunând practic o structură care direcționează în mod efectiv procesul de decizie de grup în vederea finalizării unei sarcini comune.

Pe calculatoarele de bord (**CB**) ale fiecărui agent (**UAV**) sunt implementați algoritmi de inteligență artificială care permit folosirea descentralizată a funcțiilor de învățare ca instrument de planificare a operațiilor de recunoaștere și localizare a focarelor de incendiu, de recunoaștere și localizare a victimelor, a suprafețelor afectate de calamități, accidentelor aviatice și terestre, de recunoaștere în scopuri militare și civile (localizare efective de luptă, localizare și inspectare limite de habitate și forme de relief, cercetare meteorologică). Prin implementarea unui flux de lucru inteligent bazat pe un sistem multi-agent, sistemul asigură fundamentul unui suport decizional optim prin transmiterea într-un timp foarte scurt a coordonatelor unor situații critice, determină impactul deciziilor și acțiunilor proiectate și oferă explicații pentru operațiile declanșate.

CTC2 preia informațiile (imagini video și date) transmise de **UAV** și le prelucrează pentru a crea o imagine completă a locului de desfășurare a misiunii. Imaginea prelucrată este utilizată de către factorii operaționali și decizionali în cadrul procesului de management al misiunii. Totodată imaginea poate fi distribuită controlat de către centrul de management al misiunii prin canale radio către alți utilizatori interesați.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- asigurarea unor informații sigure, cu costuri reduse, în timp real;
- dimensionarea corespunzătoare a forțelor și mijloacelor de intervenție;
- urmărirea evoluției ulterioare a situației din zonă;
- număr redus de personal de exploatare datorită implementării strategiilor de colaborare a agenților;

- fiabilitate crescută a sistemului prin lucrul în echipă și posibilitatea de mutare a responsabilităților de la un echipament la altul.

- scalabilitate crescută prin posibilitatea adăugării de resurse suplimentare în funcție de complexitatea misiunilor și de suprafețele acoperite.

În continuare se prezintă un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1-4, care reprezintă:

fig. 1, schema bloc a sistemului colaborativ de tip multi-agent implementat pe platforme aeriene fără pilot;

fig. 2, schema bloc a **UAV**;

fig. 3, schema bloc a **CTC2**;

fig. 4, schema bloc a **CMM**.

Sistemul, conform figurii, are următoarea compunere:

- platformele aeriene, reprezentate de **UAV** echipate cu sistem de propulsie **SP**, servomecansime **SV**, calculator de bord **CB**, receptor **GPS** și încărcătură (payload) compusă din stații radio **SRA**, cameră video **CV** și sistemul de girostabilizare **GS**;

- centrul terestru de comandă control, **CTC2**, compus din:

- consola de comandă control **UAV C2**;

- consola de prelucrare imagini **CPI**.

- centrul de management al misiunii, **CMM**, compus din:

- consola de planificare a misiunii **CPM**;

- consola de afișare a situației operative **CAS**.

- sistemul de comunicații, compus din stații radio care asigură transmiterea pe canale separate a datelor de comandă-control UAV și video și asigură următoarele legături:

- **CTC2 - UAV** pentru comandă și control și recepția datelor video prin stațiile radio **SRB** și **SRA**;

- **CTC2 - CMM** pentru transmisia de imagini, misiuni și rapoarte, prin stațiile radio **SRB** și **SRC**;

- **UAV-UAV** pentru colaborare, prin stațiile radio **SRA**.

UAV au în compunere sistemul de propulsie **SP** care poate fi un motor electric sau termic, o baterie de acumuloare și/sau un rezervor de combustibil, servomecansimele **SV** pentru execuția comenzilor de navigație, calculatorul de bord **CB** care asigură funcțiile de pilot automat, colaborare interagent și comandă control

cameră video, camera video **CV** și sistemul de girostabilizare **GS** pentru **CV**. Stațiile radio **SRA** asigură comunicația cu **CTC2** și cu celelalte **UAV**. Receptorul **GPS** permite achiziția în timp real a datelor referitoare la coordonatele spațiale și vitezei platformei.

CTC2, este compus dintr-o consolă de comandă control **UAV (C2)** care asigură transmiterea comenzilor de navigație și primirea rapoartelor de stare pentru **UAV** și dintr-o consolă de prelucrare imagini **CPI** care asigură fuziunea informațiilor primite de la agenți și prelucrarea acestora în vederea transmiterii către **CMM**. **CTC2** asigură lucrul **UAV** în trei regimuri:

- manual. În acest regim, comanda și controlul **UAV** sunt asigurate de către un operator uman de la consola de navigație din **CTC2** într-un interval de timp prestabilit, necesar comenzii și controlului fiecărei platforme aeriene;

- automat. În acest regim, care presupune prelucrarea informațiilor la sol, deciziile privind misiunea fiecărui agent se iau la **CTC2** în funcție de misiunea care trebuie îndeplinită și de informațiile disponibile. Comenzile sunt transmise automat la fiecare **UAV** și au scopul de a extinde zona explorată pentru a obține informații suplimentare;

- independent. În acest regim, procesarea imaginilor, luarea deciziilor și comunicarea **UAV-UAV** se fac prin intermediul **CB** ale fiecărui **UAV**. Acest regim asigură determinarea într-un timp foarte scurt a coordonatelor unor situații critice prin luarea rapidă a unor decizii (extinderea zonei explorate, cerințe suplimentare de recunoaștere etc.), repartizarea sarcinilor către fiecare agent, determinarea impactului și explicarea cauzelor care au determinat luarea acestor decizii.

Pentru asigurarea unui schimb de date consistent între **UAV**, **CTC2** și **CMM**, fiecare dintre aceste entități este echipată cu câte un receptor **GPS**.

Derularea unei misiuni specifice sistemului colaborativ de tip multi-agent implementat pe platforme aeriene fără pilot presupune parcurgerea următoarelor etape:

Etapa I: **Pregătirea misiunii**, constă în introducerea în sistem a datelor specifice misiunii care trebuie îndeplinită de către agenți: coordonatele zonei de intervenție, durata misiunii, tipul **CV** necesare pentru supravegherea zonei (cu vedere pe timp de zi sau de noapte, laser, radar etc.). Datele sunt introduse de către un operator de la consola de planificare a misiunii (**CPM**) din **CMM** și sunt transmise **CTC2** cu ajutorul sistemului de comunicații (stațiile radio **SRC** și **SRB**).

Etapa II. **Lansarea platformelor aeriene** presupune stabilirea, la nivelul **CTC2** a numărului de platforme aeriene alocate misiunii primite de la **CMM**, lansarea acestora de pe o pistă amenajată sumar sau de pe o catapultă și dirijarea acestora către zona de intervenție.

Etapa III. **Executarea misiunii**. Pe parcursul acestei etape, informațiile obținute cu ajutorul **CV** din zona de intervenție sunt transmise de către agenți la **CTC2** cu ajutorul stațiilor radio **SRA** și **SRB**. Informațiile sunt prelucrate la nivelul **CPI** pentru a crea o imagine comună a zonei explorate și apoi transmise **CMM**. La nivelul **CMM**, la consola de afișare a situației operative (**CAS**) are loc asocierea informațiilor primite de la agenți cu harta digitală precum și cu alte informații specifice (localizarea echipelor de intervenție, resursele disponibile, prognoze etc.). Modul de lucru al agenților (manual, automat sau independent) se stabilește de către operatorul consolei **C2** din **CTC2** și poate fi modificat pe parcursul misiunii.

Etapa IV. Etapa de **recuperare a platformelor aeriene** presupune dirijarea acestora în zona în care au fost lansate sau altă locație prestabilită. Recuperarea se poate face prin aterizarea pe pista pe care s-a efectuat lansarea, cu ajutorul unei plase de recuperare sau prin deschiderea unei parașute instalată la bord. **CB** ale **UAV** asigură și funcția de recuperare automată prin revenirea la locul de lansare în cazul pierderii legăturii de comunicații.

Etapa V. **Elaborarea rapoartelor** de îndeplinire a misiunii. Această etapă are rolul de a descrie în detaliu modul de îndeplinire a misiunii la nivelul **CTC2** (perioada, resursele utilizate, rezultatele obținute etc.). Rapoartele sunt transmise **CMM** care joacă rolul de element final de decizie în cadrul procesului de comandă-control.

Revendicări

1. Sistem colaborativ de tip multi-agent implementat pe platforme aeriene fără pilot, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit din una mai multe platforme aeriene fără pilot (**UAV**), un centru terestru de comandă și control (**CTC2**) și un sistem de comunicații radio (**SRA, SRB, SRC**) care asigură legăturile între elementele componente ale sistemului.

2. Sistem de agenți colaborativi pentru managementul dezastrelor provocate de factori naturali, în conformitate cu revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** platformele aeriene fără pilot au în compunere un calculator de bord (**CB**) care implementează algoritmi de inteligență artificială care permit folosirea descentralizată a funcțiilor de învățare pentru planificarea operațiilor de recunoaștere și localizare a focarelor de incendiu, de recunoaștere și localizare a victimelor, a suprafețelor afectate de calamități, accidentelor aviatice și terestre, de recunoaștere în scopuri militare și civile (localizare efective de luptă, localizare și inspectare limite de habitate și forme de relief, cercetare meteorologică).

3. Sistem de agenți colaborativi pentru managementul dezastrelor provocate de factori naturali, în conformitate cu revendicarea 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** în compunerea centrului terestru de comandă și control (**CTC2**) sunt implementate trei moduri de lucru pentru **UAV**, respectiv manual, automat și independent. În regimul manual comanda și controlul **UAV** este asigurată de către un operator uman de la **CTC2**. În regim automat, deciziile privind misiunea fiecărui agent se iau la **CTC2** în funcție de informațiile obținute de la aceștia. Comenzile sunt transmise automat la fiecare **UAV** cu scopul de a extinde zona explorată pentru a obține informații suplimentare. În regim independent procesarea imaginilor, luarea deciziilor și comunicarea **UAV-UAV** se fac prin intermediul **CB** ale fiecărui **UAV**.

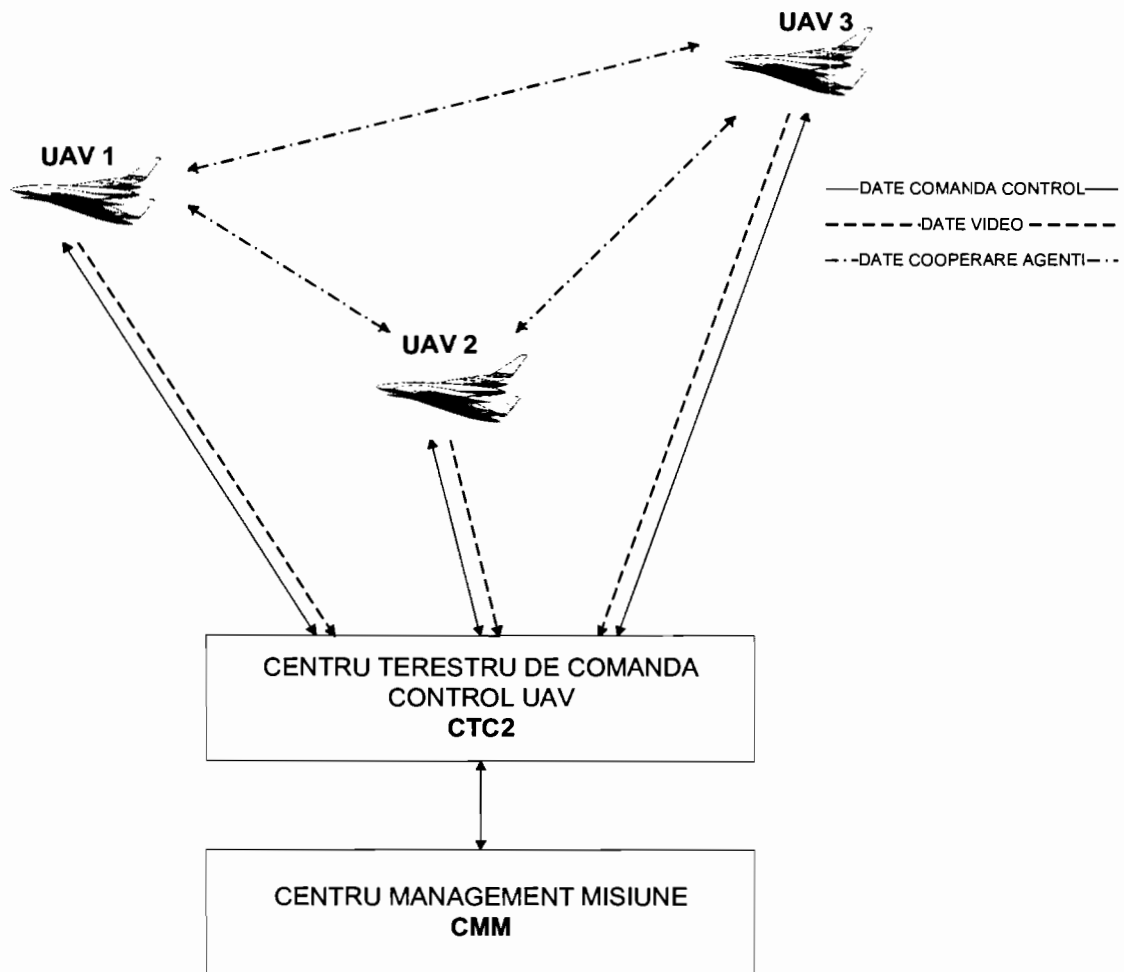


Figura 1.

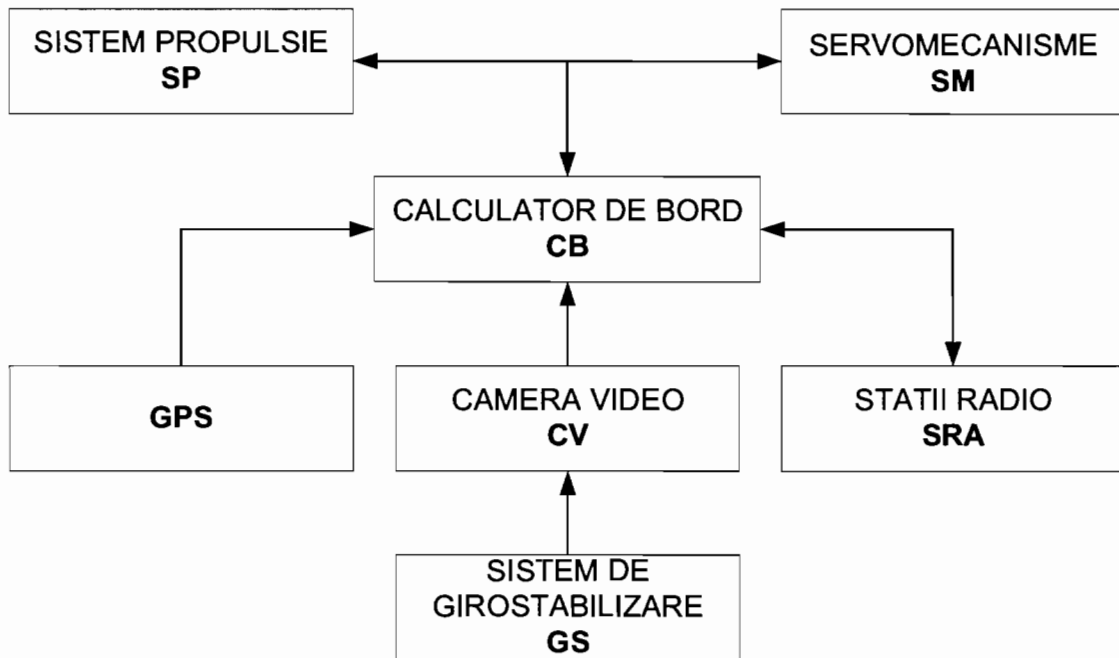


Figura 2.

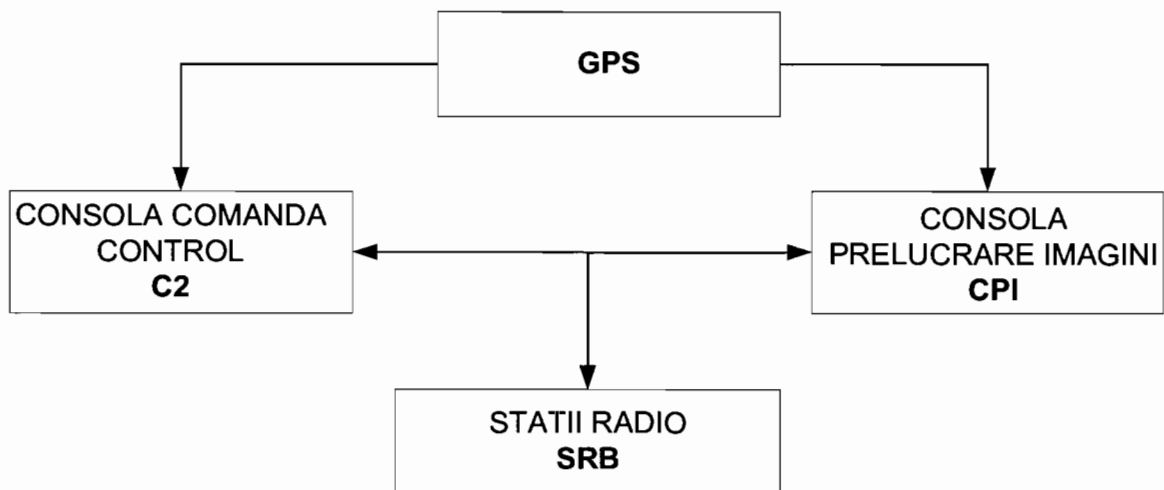


Figura 3.

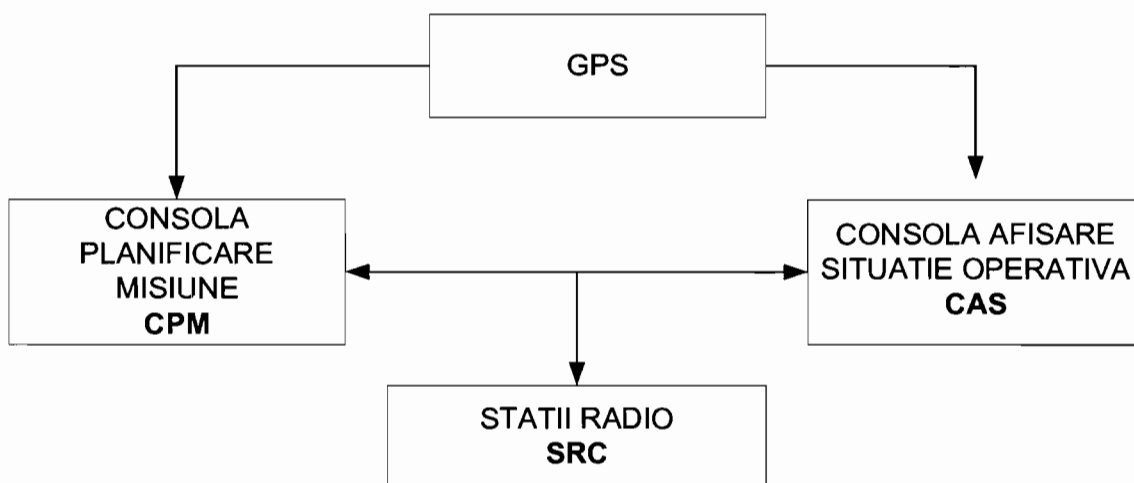


Figura 4.