



(11) **RO 126294 B1**

(51) **Int.Cl.**

B60P 3/00 (2006.01),

G01S 5/02 (2006.01),

G01S 13/89 (2006.01),

G01C 15/00 (2006.01),

G01C 21/26 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00577**

(22) Data de depozit: **24.07.2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.10.2012** BOPI nr. **10/2012**

(41) Data publicării cererii:
30.05.2011 BOPI nr. **5/2011**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR.ATOMIȘTIILOR NR.409, MĂGURELE,
IF, RO**

(72) Inventatori:
• **STOICA AXENTE, STR.SIBIU NR.5, BL.E3,
AP.43, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **SAVASTRU DAN, STR. IANI BUZOIANI
NR.3, BL.16, SC.A, AP.2, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **TĂUTAN MARINA NICOLETA,
STR.EMIL RACOVIȚĂ NR.6, BL.R1, SC.2,
AP.45, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MICLOȘ SORIN, CALEA GRIVIȚEI
NR. 160, BL.B, SC. A, AP. 42, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **TENCIU DANIEL, STR.TELIȚA NR.14,
BL.52A, AP.10, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

**US 6526352 B1; US 6009359 ;
WO 2008/054203 A1; WO 2008/056972 A1**

(54) **SISTEM MOBIL ȘI PROCEDU DE CARTARE A UNOR
OBIECTIVE SITUATE LA DISTANȚE MARI DE CĂILE
DE ACCES RUTIERE**



RO 126294 B1

1 Prezenta invenție se referă la un sistem mobil și la un procedeu de cartare a unor
2 obiective situate la distanțe mari de căile de acces rutiere. Sistemul mobil și procedeu de
3 cartare, conform invenției, sunt destinate cartării unor obiective sau a unor componente ale
4 acestora, în condițiile în care acestea se află la distanțe mari de arterele rutiere (clădiri,
5 jalonări de terenuri) sau sunt inaccesibile în mod direct (diguri, poduri, halde de steril), de pe
6 un vehicul laborator aflat în deplasare continuă.

7 Inventarierea obiectivelor dispuse de-a lungul drumurilor, precum și a celor
8 suspendate de-a lungul autostrăzilor naționale constituie o problemă importantă pentru
9 managementul infrastructurilor de către administratorii lucrărilor publice. Odată cu creșterea
10 cererilor de a regla densitățile de trafic mereu crescute, simultan cu reducerea bugetelor
11 alocate în acest scop, metodele tradiționale de inventariere a autostrăzilor devin tot mai
12 ineficiente.

13 Diferitele facilități dispuse pe autostrăzi, dintre care se menționează în primul rând
14 semnele de circulație, pot să fie supuse unor reglementări sau specificații referitoare la
15 dimensiunea, poziționarea sau vizibilitatea lor. În consecință, verificarea faptului că un singur
16 semn de circulație este dispus în mod corespunzător poate să necesite măsurători manuale
17 ale poziției semnului respectiv, în raport cu un marcaj al kilometrajului de referință și cu
18 obiectul indicat de semn. Distanța față de marginea autostrăzii și înălțimea semnului
19 deasupra pavimentului pot fi, de asemenea, importante. Măsurarea acestor parametri este
20 consumatoare de timp și necesită multă muncă. În plus, poate să fie necesar să se
21 verifice în mod periodic faptul că semnul nu a fost deteriorat până la starea la care
22 vizibilitatea sa este compromisă, că a fost vandalizat sau că a fost avariat din diferite motive.
23 Din punctul de vedere al protecției față de posibile viitoare litigii, o înregistrare imagistică de
24 referință poate să fie de ajutor.

25 Efortul implicat de aceste activități este deosebit, atât în ceea ce privește manopera,
26 cât și aportul financiar, necesitând nu numai timpul necesar pentru efectuarea acestor
27 măsurători, ci și timpul necesar pentru deplasarea la și între site-urile prospectate. La
28 aceasta, se adaugă și riscul pentru siguranța operatorilor în condițiile în care aceștia
29 lucrează și parchează vehiculele pe marginea unor autostrăzi aglomerate. În final, datele,
30 achiziționate prin această investigare intensivă (a unui singur semn), necesită să fie
31 introduse într-un același tip de sistem de management al bazei de date.

32 Devine tot mai evident faptul că, pentru a răspunde în mod adecvat necesităților de
33 măsurători și de inventariere, este necesară o soluție radical nouă; o soluție care să nu mai
34 necesite măsurători manuale în teren și care să fie în cea mai mare parte automată.

35 În raport cu măsurătorile manuale, această tehnologie automatizată prezintă
36 numeroase avantaje, dintre care se menționează:

37 1. Inventarierea și realizarea măsurătorilor se pot efectua rapid, cu o întârziere
38 redusă, între momentul identificării unei caracteristici și cel al încorporării acesteia într-o
39 bază de date. Pentru măsurătorile manuale, durata de timp necesară pentru această
40 operație este de regulă mai mare și poate să implice un efort semnificativ, și întreruperi
41 datorate controlului și problemelor de trafic. În plus, în cazul sistemului automat, vor fi mai
42 puține întârzieri datorate condițiilor adverse de vreme.

43 2. Datorită vitezei cu care se efectuează măsurătorile, acestea devin mai ieftine, chiar
44 dacă se au în vedere costurile de capital necesare pentru achiziționarea echipamentului.

45 3. Datele colectate sunt mai obiective, mai precise și raportate în mod uniform.
46 Măsurătorile manuale sunt realizate în mod tipic de diferite echipe de operatori cu diferite
47 grade de obiectivitate în măsurători și în raportări. În funcție de competența echipei, de
48 condițiile de vreme și de gradul de oboseală al echipei, în măsurătorile manuale pot să apară
49 mai multe erori.

RO 126294 B1

4. Prin folosirea acestor tehnologii automatizate, poate fi stabilită o înregistrare permanentă. Măsurătorile pot fi repetate în orice moment, prin reanalizarea înregistrării video, fără a fi necesară o întoarcere în teren.	1 3
Sistemele mobile de cartare (MMS - <i>Mobile Mapping Systems</i>) realizează prospec-tarea dinamică a rețelelor de drumuri și a obiectelor adiacente lor, în scopul creării unor hărți digitale, care includ atât geometria drumurilor, cât și caracteristicile acestora. Ca urmare, sistemele mobile de cartare (MMS) integrează cele mai multe dintre tehnicile de prospectare curente, respectiv, receptori GPS, senzori inerțiali, imagistică digitală, telemetrare laser, astfel că un sistem mobil de cartare (MMS) implică un vehicul laborator care este echipat cu:	5 7 9
- un sistem de poziționare globală GPS, de înaltă precizie, precum sistemul GPS diferențial pe faza purtătoarei (CDGPS - <i>Carrier-phase Differential Global Positioning System</i>), asociat cu un sistem de navigație inerțială (INS - <i>Inertial Navigation System</i>) în montaj rigid (<i>strapdown</i>) care asigură precizia măsurătorilor chiar și atunci când nu este posibilă recepția semnalelor satelitare. Pentru a măsura distanța acoperită, poate fi adăugat un odometru (senzor de roată);	11 13 15
- un modul imagistic, pentru achiziția de date imagistice, compus dintr-una sau mai multe camere video, pentru a înregistra elementele ambientale ale drumului; modulul imagistic este sincronizat cu timpul GPS, pentru a obține coordonatele de loc și poziția unghiulară pentru fiecare imagine;	17 19
- un modul de procesare date, care combină datele de poziționare și imaginile, cu scopul de a defini o poziție precisă și fiabilă pentru obiectele dorite. Legat de aceasta, este de menționat faptul că standardul internațional (ISO) GDF - <i>Geographic Data File</i> - precizează modul în care trebuie să fie descrise drumurile, pentru a fi interpretate corect de către sistemele de navigație.	21 23
Astfel, societatea americană Lambda Tech International Inc. (Fort Wayne, Indiana, SUA) a realizat un sistem mobil de cartare (MMS), numit GPSVision™, care este prevăzut cu un modul de poziționare constituit din receptoare GPS cu dublă frecvență, un sistem integrat GPS/INS, ce înglobează un sistem de navigație inerțială (INS) și un dispozitiv de măsurare a distanței (DMI - <i>Distance Measurement Instrument</i>) pentru măsurarea distanței liniare străbătute, în combinație cu patru camere video, digitale, de înaltă rezoluție. Fiind montat pe un vehicul laborator (autodubă) sau pe un vehicul feroviar pentru șine înalte, sistemul GPSVision™ se poate deplasa cu vitezele autorizate, pe drumuri și pe căi ferate, simultan cu colectarea de imagini digitale ale infrastructurii drumurilor sau căilor ferate sau ale ambientului acestora.	25 27 29 31 33
Camerele video digitale sunt montate deasupra vehiculului laborator și pot fi orientate spre înainte, spre lateral sau spre înapoi, în funcție de cerințele aplicației, astfel că pot fi calculate locațiile țintelor vizate, în raport cu poziția vehiculului laborator, prin utilizarea unor algoritmi de triangulație, datorită vizualizării, la un moment dat, din poziții diferite, a aceleași zone din teren, cu ajutorul camerelor video.	35 37 39
Ca urmare, în condițiile în care sistemul integrat GPS/INS furnizează poziția și direcția sistemului GPSVision™, iar perechile de camere sincronizate preiau imagini stereo, care sunt marcate, fiecare, cu coordonatele de loc și poziția unghiulară din care au fost achiziționate, oricare obiect vizibil în ambele imagini ale unei perechi stereo, poate fi măsurat și localizat cu precizie, într-un sistem global de coordonate. Imaginile sunt preluate la intervale de 16 m, pentru autostrăzi și căi ferate, în timp ce distanțele de achiziție cuprinse între 10 și 12 m, definite de utilizator, pot fi utilizate pentru străzi din zone rezidențiale sau urbane.	41 43 45 47

RO 126294 B1

1 Imaginile digitale stereo, datele GPS și datele de navigație inerțială sunt colectate și
înscrise în registrul de date GPSVision™, în condițiile în care, după procesarea datelor GPS
3 și corectarea diferențială a acestora, datele de poziționare ale obiectivelor vizate se înscriu
în limitele unei arii circulare cu diametrul de un metru sau mai puțin, în raport cu locația lor
5 reală.

Un exemplu similar de sistem mobil de cartare și de colectare a datelor, care poate
7 carta căi ferate, artere rutiere și infrastructuri de transport (spre exemplu, drumuri, semne de
circulație și poduri), în timp ce se deplasează cu vitezele normale de trafic, este reprezentat
9 de sistemul GPSVan™, realizat de Centrul de Cartare de la Universitatea de Stat din Ohio,
și care este constituit și acesta din două componente principale: un modul de poziționare și
11 un modul de imagistică.

Modulul de poziționare al echipamentului GPSVan™ integrează un sistem de
13 poziționare globală GPS, în regim diferențial de funcționare, cu un sistem de navigație
bazată pe estimări DRS (*Dead-Reckoning System*), independent, care înregistrează poziția
15 vehiculului în perioadele de pierdere temporară a datelor GPS (perioade de blocaj al
semnalului satelitar de către copaci sau de alte elemente de obstrucționare). Atribute
17 suplimentare, așa cum sunt semnele de circulație, podurile etc. pot fi înregistrate de către
un operator al sistemului, prin utilizarea unui calculator portabil și a unei tastaturi de
19 calculator sau a unui ecran sensibil la atingere, aferente calculatorului portabil al sistemului.

Modulul imagistic al echipamentului GPSVan™ include un sistem stereometric de
21 două camere video, care înregistrează imagini stereo ale arterelor rutiere, în cursul
deplasării, pe acestea, a vehiculului laborator. Sistemul stereo este completat cu un sistem
23 prevăzut cu o cameră analogică, care funcționează într-un mod video continuu, prin care
achiziționează o logare fotografică a prospectării. Fiecare cadru video este marcat în timp
25 cu semnalul GPS, iar coordonatele geodezice (respectiv, latitudine, longitudine și înălțime
elipsoidală) sunt atribuite fiecărei imagini. Perechile digitale stereo sunt procesate într-un
27 mod postmisiune, pentru a determina coordonatele geodezice ale unor obiective, așa cum
sunt marginile și liniile de centru ale drumurilor, curbele, semnele de circulație, bornele de
29 kilometraj etc, cu o precizie relativă de 5...10 cm, în limitele unor distanțe de 10...40 de metri
față de vehicul.

Din cele prezentate, rezultă că atât echipamentul GPSVision™, cât și echipamentul
31 GPSVan™, constituie, în esența lor, un sistem de stereoviziune cu bază fixă, având
coordonatele de loc și poziție unghiulară cunoscute, furnizate de componenta GPS/INS și,
33 respectiv, de componenta GPS/DRS. Această bază fixă este reprezentată de distanța, pe
lățimea capotei vehiculului laborator, dintre axele optice ale celor două camere video,
35 distanță de montaj care, în cazul ambelor echipamente GPSVision™ și GPSVan™, este de
circa 1,2 m. Această valoare redusă a bazei fixe, face însă ca diferența dintre unghiurile
37 direcțiilor de vizare ale celor două camere video să fie sub valoarea minimă măsurabilă de
câtre sistemul optic, atunci când acesta vizează ținte aflate la o distanță mai mare de
39 aproximativ 40 m față de vehiculul laborator. Această limitare la o valoare destul de redusă
a distanței de observare constituie de altfel principalul dezavantaj al sistemelor stereometrice
41 bazate pe utilizarea unei perechi de camere video, montate pe același vehicul laborator.

Pentru a remedia acest neajuns, sistemul de cartare mobilă Applanix LANDMark™,
43 realizat de către societatea "Applanix Corporation", Ontario, Canada, se bazează, în
funcționarea sa, pe utilizarea unui sistem automat, digital, unicameral, pentru achiziția
45 imaginilor obiectivelor vizate din teren. Pentru ca această modalitate de funcționare să fie
posibilă, respectiv, pentru a asigura sistemului de cartare mobilă Applanix LANDMark™
47 capacitatea de a compara pixelii din cadre succesive, dintr-o secvență imagistică cu marcaj

RO 126294 B1

de timp, respectivul sistem este prevăzut cu un sistem de poziționare și orientare pentru vehicule terestre POS LV™ (*Position Orientation System for Land Vehicles*), de precizie, constituit prin cuplajul strâns, realizat între o unitate de măsurare inerțială IMU (*Inertial Measurement Unit*) și un receptor GPS cu dublă frecvență.

De asemenea, o altă componentă esențială de tip echipament (*hardware*), a sistemului de poziționare și orientare pentru vehicule terestre POS LV™, este constituită din instrumentul de măsurare a distanțelor DMI (*Distance Measurement Instrument*), care este montat pe axul roților motoare ale vehiculului laborator și care furnizează pulsuri electrice, la intervale unghiulare egale, de rotație, ale respectivelor roți. Aceste pulsuri sunt convertite de către sistemul de poziționare și orientare pentru vehicule terestre POS LV™, în măsurători ale distanței incrementale, străbătut[de către vehicul, pentru situațiile în care semnalele GPS nu sunt disponibile.

Pe baza acestei dotări, în procesul de achiziție a datelor, operatorul conduce vehiculul la vitezele permise pe autostrada respectivă, pentru a înregistra datele cu privire la suprafața drumului și/sau la obiectivele de pe partea laterală a acestuia. Sistemul LANDMark™ poate fi instalat, de asemenea, și pe vehicule de căi ferate, pentru a efectua aceleași activități și pentru a înregistra obiectivele și alte caracteristici de interes, existente de-a lungul traseului.

Trebuie însă remarcat faptul că, deși sistemul de poziționare și orientare pentru vehicule terestre POS LV™, utilizat de sistemul de cartare mobilă Applanix LANDMark™, asigură acestuia o precizie corespunzătoare de poziționare, sistemul său automat de achiziție a imaginilor și, respectiv, ansamblul sistemului optic al unicei camerei video digitale utilizată, prezintă dezavantajul că nu permite preluarea decât a obiectivelor situate în apropierea arterelor rutiere străbătute. Pentru a compensa acest aspect, realizatorii sistemului de cartare mobilă Applanix LANDMark™ au recurs la o soluție, care este însă mai greu aplicabilă de toți cei implicați în asemenea operații, și anume, la soluția combinării surselor de date preluate din teren, cu cele preluate din aeronave, folosindu-se în acest scop aplicații precum sunt Google Street View™ și Microsoft Virtual Earth™, pentru a obține o vizualizare, pe plan superior, a locației precise a unei zone de interes.

Un alt sistem mobil unicameral de cartare este reprezentat și de sistemul mobil ARAN (*Automatic Road Analyser*), realizat de societatea "Roadware Group Inc.", Ontario, Canada, în prezent "Fugro Roadware Inc.", și care este destinat să realizeze măsurarea și inventarierea autostrăzilor, prin colectarea datelor măsurătorilor referitoare la obiecte, caracteristici, structuri și marcaje de teren, situate de-a lungul autostrăzilor și al șoselelor, pentru planificarea, managementul și întreținerea acestora.

Dintre aplicațiile sistemului mobil ARAN, se menționează în primul rând faptul că acest sistem permite să se stabilească, rapid și în mod repetabil, o bază de date inițială, de management, a semnelor de circulație. Atunci când este utilizat în conjuncție cu fluxul de date al sistemului GPS, sistemul mobil ARAN poate fi utilizat pentru a atribui coordonatele geografice - geocodare, liniei de centru, marginii și umerii drumurilor, împreună cu locația și tipul diferitelor elemente adiacente ale marginii de drum.

Sistemul mobil ARAN poate fi utilizat și de sistemul de monitorizare a autostrăzilor HMS (*Highway Monitoring System*), pentru a înregistra un număr de date de reper precum sunt: numărul de piste, lățimea acestora și a umerilor.

Partea mobilă a sistemului realizează colectarea în teren a datelor și constă dintr-un vehicul multifuncțional, prevăzut cu o cameră video de înaltă rezoluție, precis calibrată, montată în interiorul cabinei vehiculului și orientată spre partea dreaptă a drumului sau pe capota acestuia, pentru obținerea unor imagini panoramice, cu un instrument de măsurare a distanțelor, pentru poziționarea spațială, cu un sistem giroscopic geometric și cu un sistem ultrasonic de nivelmetrie, pentru măsurarea precisă a unghiului de poziție al vehiculului.

RO 126294 B1

1 Pentru măsurarea distanțelor străbătute de vehiculul laborator, în cursul efectuării
determinărilor, este utilizat un encoder optic, dispus pe axul motor al vehiculului, pentru a
3 contoriza rotațiile respectivului ax, iar codul de timp al achiziției datelor este realizat prin
pulsul de marcare furnizat de un recorder video cu bandă, la intervale de 1/30 s.

5 În același timp, unghiul de poziție curent al vehiculului este determinat cu ajutorul
unui sistem utilizabil pentru navigația pe distanțe scurte, și anume, un sistem compus din
7 două giroscopae convenționale, care furnizează date de tip analogic și dintre care un
giroscop este utilizat pentru a măsura tangajul și ruliul, iar cel de-al doilea pentru a măsura
9 azimutul. În afara valorilor absolute ale unghiurilor de tangaj și de ruliu ale vehiculului,
determinate cu grupul giroscopic, echipamentul cu care este prevăzut sistemul mobil ARAN
11 realizează măsurarea acestor unghiuri și în raport cu planul pavimentului de drum, cu
ajutorul a patru senzori ultrasonici, dispuși la cele patru colțuri ale vehiculului, senzori care
13 măsoară distanța dintre șasiul vehiculului și suprafața pavimentului drumului, la intervale de
1/15 s, cu o precizie de 1,0 mm, într-un domeniu cuprins între -128 și +129 mm față de data
15 de referință considerată.

În mod opțional, sistemul mobil ARAN mai dispune și de un receptor GPS, care este
17 utilizat pentru a obține o informație mai precisă de poziție, în condițiile în care datele GPS
standard sunt corectate diferențial, pentru a obține o rezoluție maximă de până la 1 m. Cu
19 o frecvență de înregistrare mai redusă decât cea utilizată pentru datele giroscopice sau
pentru cele de nivel, datele GPS sunt raportate la fiecare secundă sau la fiecare 30 de cadre
21 de imagine, interpolarea între aceste momente realizându-se prin "navigația inerțială", care
utilizează datele giroscopice și cele ale instrumentului de măsură de tip codificator
23 electromecanic (*encoder*) pentru măsurarea distanțelor.

Achiziția datelor este asigurată de către un sistem computerizat, iar sistemul video
25 utilizează un cod de timp, pentru a realiza sincronizarea imaginilor achiziționate cu baza de
date geometrice și de poziție. Pe această bază, sistemul mobil ARAN este prevăzut cu o
27 aplicație software Surveyor[®], care poate efectua măsurători pe imagini multiple, utilizând
procedeele de triangulație, sau pe imagini singulare, utilizând planul idealizat al autostrăzii ca
29 o referință. Stația de lucru prevăzută cu aplicația software Surveyor[®] constă dintr-un
calculator PC, monitoare multiple și înregistratoare video cu bandă, iar calculatorul menționat
31 utilizează un card de captură video cu capacitate de compresie a imaginilor achiziționate.

Dezavantajul soluției adoptate de către sistemul mobil ARAN se datorează însă
33 faptului că nu se utilizează decât în mod opțional un receptor GPS, astfel că declanșarea din
exterior a camerei video nu se efectuează de către semnalul recepționat de la sistemul
35 satelitar GPS, pentru a se realiza marcarea tuturor imaginilor cu timpul universal UTC,
achiziționarea fiecărui cadru video realizându-se la intervale de o secundă sau de 1/15 s,
37 comandate de către dispozitivul de temporizare (*timer*) al înregistratorului video cu bandă
(*tape video recorder*), ceea ce are drept rezultat faptul că sincronizarea unor imagini multiple
39 este însoțită de erori suplimentare.

O abordare diferită, în ceea ce privește soluționarea componentei de poziționare,
41 prezintă însă sistemul mobil de cartare "Photobus", realizat de către Geodetic Engineering
Laboratory (TOPO) din cadrul Institutului Federal Elvețian de Tehnologie din Lausanne
43 -EPFL (Swiss Federal Institute of Technology Lausanne). Un ansamblu de dispozitive în care
sunt incluse receptoare GPS, un sistem de navigație inerțială (INS) și camere cu senzor
45 fotoelectric CCD sunt montate pe un vehicul mobil, terestru, cu care sistemul Photobus
efectuează prospectarea automată a unor caracteristici specifice ale drumurilor, așa cum
47 sunt linia de centru, marcajele și semnele de drum, la viteze de până la 100 km/h și cu o
precizie de poziționare de nivel subdecimetric.

RO 126294 B1

Pentru a realiza o poziționare limitată numai la unele obiective, așa cum sunt semnele de circulație, ale căror dimensiuni sunt apriori cunoscute, și în condițiile în care atât aceste obiective, cât și vehiculul laborator se mențin în același plan orizontal, echipamentul mobil Photobus utilizează, în mod separat, o singură cameră video, care este plasată în plan orizontal, perpendicular pe axa longitudinală a vehiculului laborator.

Tot în același mod, prin utilizarea separată a unei singure camere video, se realizează și cartarea în timp real a geometriei drumurilor. În acest scop, achiziția imaginilor și procesarea acestora este realizată în mod autonom de către o cameră de tip Ethercam, orientată în jos pe direcție verticală și care este înzestrată, ca și prima cameră menționată, cu un PC încorporat. Fiind triggerate prin comanda externă furnizată de un puls GPS, pentru a garanta o sincronizare precisă, sistemele video, cu pixeli CMOS, care captează cadrele prin intermediul pixelilor lor de tip CMOS, aceștia sunt mai puțin afectați de către variațiile de iluminare, efect întâlnit la variantele care utilizează senzori CCD.

Cea de-a doua componentă a sistemului este reprezentată de o stație de bază mobilă, care asigură determinarea, în timp real, a poziției și a orientării (azimutului), pentru camera Ethercam, în zona străbătută de echipamentul Photobus. Această stație se bazează pe utilizarea unui receptor GPS cu antenă duală, al cărui cip (*chip*) primar transmite în mod permanent corecții RTK către cipul secundar, cu scopul de a obține orientarea (azimut-ul) cu o precizie de nivelul gradelor. În acest scop, s-a conceput și un server DGPS de nivel regional, bazat pe Internet, care contribuie la locația de nivel centimetric a cipului primar al receptorului GPS de pe echipamentul Photobus, printr-o conexiune GPRS. În condițiile în care colectează cu o frecvență de 5 Hz, corecțiile de la o rețea de stații de bază, acest server transmite mesajele RTK de corecție de la cea mai apropiată referință.

Conform afirmațiilor realizatorilor echipamentului Photobus, metoda utilizării unei vederi monoscopice, furnizată de o cameră video orientată pe verticală, pentru a extrage geometria drumurilor, prezintă avantaje considerabile față de cea pe care se bazează sistemele care folosesc camere orientate spre înainte, pe direcția de deplasare, și metode de extragere stereoscopică a caracteristicilor, datorită faptului că:

- permite utilizarea camerelor digitale cu rezoluție, calitate optică și stabilitate mai reduse;
- reduce complexitatea calibrării și a timpului de realizare;
- îmbunătățește vizibilitatea țintei în trafic dens;
- permite extragerea complet automatizată și fiabilă a caracteristicilor, posibil în timp real;
- reduce costurile, menținând, în același timp, precizia optică la un nivel centimetric.

Totodată, este de menționat faptul că sistemul Photobus este utilizat pentru monitorizarea liniei de centru, în condițiile în care tehnologiile DGPS (*differential* GPS – GPS diferențial) și DRS (*Dead Reckoning* – navigație bazată pe estimă) combinate asigură o precizie de poziționare de aproximativ 1,5 m. În urma perfecționării sistemului, prin utilizarea unui receptor GPS care are capacitatea de a recepționa și semnalele satelitare EGNOS, precizia de poziționare se situează între 2 și 3 m, atunci când vehiculul laborator se deplasează într-o zonă neobstrucționată, astfel că, preluate în mod separat, semnalele de corecție furnizate de sistemul satelitar EGNOS nu asigură posibilitatea localizării vehiculului laborator decât în limitele fiecărui culoar de circulație separat.

Dezavantajul sistemului Photobus este constituit tocmai de această gamă restrânsă a aplicațiilor sale, iar aceasta se datorează, în principal, faptului că echipamentul de navigație inerțială cu care este prevăzut nu asigură decât poziționarea continuă a vehiculului laborator, nu și determinarea unghiurilor absolute de poziție ale acestuia.

RO 126294 B1

1 Se cunoaște, de asemenea, din brevetul **US 6526352 B1**, 25.02.2003,
(INTELLIGENT TECH INT INC, US), având ca obiect un procedeu și un ansamblu pentru
3 cartarea drumurilor, în care ansamblul destinat cărtării drumurilor cuprinde:

5 - un ansamblu de camere video, digitale, montate sub unghiuri de deviație și de
înălțare cu valori fixe predeterminate, pe capota unui vehicul laborator, aflat în deplasare
continuu pe o cale de acces rutieră, camere video montate astfel încât obiectivul optic al
7 camerei video să fie orientat spre paviment, pentru a permite achiziția, în mod automat, de
imagini succesive, din teren, în zona unui obiectiv de interes concretizat într-o țintă vizată,
9 situată la mare depărtare de calea de acces rutieră;

11 - o unitate de navigație inerțială INS, instalată în cadrul vehiculului laborator, pentru
achiziția de date din teren, date reprezentând valorile unghiurilor absolute de orientare în
spațiu ale camerei video și ale vehiculului laborator;

13 - un receptor GPS, cu dublă frecvență, instalat în cadrul vehiculului laborator, pentru
comanda declanșării camerei video, receptorul GPS, cu dublă frecvență fiind conectat,
15 printr-un cuplaj strâns, cu unitatea de navigație inerțială INS, prin intermediul unui element
de interfațare pentru tehnologia SPAN;

17 - o antenă aferentă receptorului GPS, cu dublă frecvență, menționat, montată pe
platforma dispusă pe capota vehiculului laborator, pe axul longitudinal al acestuia.

19 Sistemul de cartare mobilă, conform invenției, cuprinde, spre deosebire de stadiul
tehnicii, o singură cameră video, sistem ce își propune să înlăture dezavantajele menționate
21 în cele de mai sus, prin următoarea serie de măsuri combinate:

23 - pentru a mări baza de măsurare a sistemului stereometric, în loc de a se recurge
la utilizarea a două camere video de vizare, montate pe același vehicul laborator, se
folosește o singură cameră video, baza de măsurare fiind constituită de distanța dintre
25 pozițiile din care camera video, în urma deplasării vehiculului laborator, vizează un același
obiectiv, dispus la o distanță care este de regulă mult mai mare decât cea care poate fi
27 preluată de sistemele bicamerale;

29 - pentru a mări precizia de marcare în timp a imaginilor video achiziționate, operația
de declanșare a camerelor video se realizează din exterior, de către semnalul recepționat
de la sistemul satelitar GPS, semnal care conține în mesajul său, în afara datelor de poziție
31 și datele privind timpul universal UTC;

33 - pentru a mări distanța de la care pot fi poziționate țintele vizate din teren, se recurge
la utilizarea unei camere digitale de înaltă rezoluție, în montaj fix pe vehiculul laborator, și
care este prevăzută cu un obiectiv de tip telemetrie și cu un câmp redus de vedere;

35 - pentru a mări precizia de poziționare a unor obiective îndepărtate, se recurge la
utilizarea unui sistem de navigație GPS cu frecvență dublă și cu capacitate de funcționare
37 în regim diferențial, cuplat strâns cu o unitate de măsurare inerțială IMU, datele acestor
sisteme fiind distribuite prin intermediul unui element de filtraj de tip Kalman;

39 - Pentru a asigura poziționarea obiectivelor vizate în sistemul terestru global de
coordonate și înscrierea acestora în fișiere de tip GIS (*Geographic Information System*), se
41 folosește o metodologie și un algoritm de calcul care permite efectuarea, în trepte succesive,
a operațiilor de extragere a coordonatelor pixelilor, care corespund, în cadrul unei imagini,
43 reperului vizat și definirea unui vector de poziție pentru acest reper, în raport cu prima poziție
a camerei video, transferul acestui vector în sistemul de coordonate al vehiculului laborator,
45 iar apoi în sistemul global de referință. Repetarea acestor operații, pentru cea de-a doua
poziție a camerei video, urmată de corelarea celor doi vectori de poziție ai reperului vizat, în
47 raport cu baza lor de măsurare, pentru a stabili în final poziția reperului în raport cu sistemul
global terestru de coordonate.

RO 126294 B1

Alte caracteristici și avantaje ale invenției sunt prezentate în următoarea descriere pe larg a sistemului mobil și a procedurii de cartare a unor obiective situate la distanțe mari de arterele rutiere, descriere în care se face referire inclusiv la desenele care o însoțesc, respectiv, fig. 1...19, care reprezintă:	1
- fig. 1, schema bloc a modulului cu care se realizează recepția corecțiilor diferențiale RTCM;	3
- fig. 2, schema de amplasare a unei antene GPS (Ant. GPS) și a unei camere video (CV.) pe o platformă de montaj (Pl.), dispusă pe capota unui vehicul laborator (V.L.);	5
- fig. 3, schema de prezentare a vehiculului laborator (V.L.), cu evidențierea interiorului acestui vehicul, interior în care este amenajat un post de operare, care cuprinde un receptor (GPS) cuplat cu o unitate de navigație inerțială (INS) și o unitate de calcul și de stocare a datelor (Comp.);	7
- fig. 4, schema de principiu a procedurii de cartare a unei ținte îndepărtate (T), prin vizarea acestuia cu o singură cameră video (CV.) din două poziții (Poz. 1) și (Poz. 2) ale vehiculului laborator (V.L.), poziții aflate la o distanță (B.M.) care constituie baza de măsurare și la care ținta vizată este detectabilă în ambele cadre de imagine preluate de camera video;	9
- fig. 5, schema pentru definirea unghiului de azimut Ψ al vehiculului laborator;	11
- fig. 6, schema pentru definirea unghiului de tangaj Θ al vehiculului laborator;	13
- fig. 7, schema pentru definirea unghiului de ruluu Φ al vehiculului laborator;	15
- fig. 8, schema pentru definirea unghiului de rotație Ψ_C al axei optice a camerei video (CV);	17
- fig. 9, schema pentru definirea unghiului de înclinare Θ_C a axei optice a camerei video (CV);	19
- fig. 10, schema optică pentru definirea unghiurilor de deviație ψ_p și ϑ_p ale direcției țintei z_T în raport cu direcția axei optice centrale z''_C a camerei video, precum și pentru definirea modului în care se formează imaginea T' a țintei în planul senzorului CCD al camerei video;	21
- fig. 11, scheme geometrice pentru determinarea expresiilor de definire a unghiurilor de deviație ψ_p și ϑ_p ale direcției țintei în funcție de coordonatele liniare, d_x și d_y , ale imaginii acestei ținte pe senzorul CCD al camerei video:	23
a. schema pentru stabilirea expresiei unghiului de deviație ψ_p ;	25
b. schema pentru stabilirea expresiei unghiului de deviație ϑ_p .	27
- fig. 12, schema pentru definirea unghiului de deviație ψ_p al direcției țintei în plan orizontal;	29
- fig. 13, schema pentru definirea unghiului de deviație ϑ_p al direcției țintei în plan vertical;	31
- fig. 14, schema pentru definirea unghiului absolut de azimut al țintei Ψ_T vizate;	33
- fig. 15, schema pentru definirea unghiului absolut de înălțare al țintei Θ_T vizate;	35
- fig. 16, schema pentru definirea unghiului absolut de ruluu al țintei Φ_T vizate;	37
- fig. 17, schema pentru determinarea poziției țintei T în planul orizontal al elipsoidului de referință prin vizarea acesteia din două poziții diferite, C_1 și C_2 , ale camerei video, poziții rezultate în urma deplasării vehiculului laborator pe traseul de test;	39
- fig. 18, schema de poziționare a țintei T vizate în coordonate geografice, de longitudine și, respectiv, latitudine, pe o sferă echivalentă a globului terestru;	41
- fig. 19, schema pentru stabilirea relației de calcul a înălțimii h a țintei T în planul orizontal (P.O.) al elipsoidului de referință.	43
Configurarea practică a sistemului mobil de cartare implică însă definirea în primul rând a nivelului de precizie care trebuie să fie asigurat de echipamentele de măsurare cu care este prevăzut sistemul respectiv.	45
	47
	49

RO 126294 B1

1 Astfel, pentru determinările topometrice ale țintelor T din teren, se admite de regulă
o abatere liniară de poziționare de aproximativ $d = 0,2$ m (20 cm). Această condiție se aplică
3 în primul rând pentru vehiculul laborator V.L., pentru a cărui poziționare cu acest nivel de
precizie este necesară utilizarea unui receptor GPS care are capacitatea de a funcționa în
5 regim RTK (*Real Time Kinematic*), respectiv, are posibilitatea de a se conecta, prin
intermediul rețelei de Internet, la o stație GPS, de referință, la care este abonat și de la care
7 să preia corecțiile diferențiale.

Chiar și în lipsa erorilor datorate propriei poziționări a vehiculului laborator V.L.,
9 aferent sistemului mobil de cartare MMS, o abatere liniară d de poziționare a țintei T vizate
apare datorită erorii unghiulare ϵ , de măsurare, proprie unității de măsurare inerțială IMU,
11 utilizată, așa după cum rezultă din relația:

$$13 \quad \epsilon[\text{grade}] = \frac{360^\circ \cdot xd}{2 \cdot \pi \cdot D}$$

15 în care s-au utilizat notațiile:

ϵ - eroarea unghiulară de măsurare, proprie unității de măsurare inerțială IMU
17 utilizate;

d - abaterea liniară de poziționare a țintei T vizată;

D - distanța reală până la ținta T vizată.

19 Dacă condiția definită mai sus, pentru echipamentul GPS, este unică, indiferent de
regimul de utilizare a sistemului de cartare mobilă (MMS - *Mobile Mapping System*), pentru
21 unitatea de măsurare inerțială IMU, condițiile sunt diferite în funcție de destinația, respectiv,
23 aplicația în care va fi utilizat sistemul mobil de cartare:

25 A) sistem mobil de cartare cu două camere video C.V. și care este utilizat pentru
cartarea drumurilor parcurse de vehiculul laborator V.L., a semnelor de circulație și a
obiectivelor aflate în apropierea arterei de circulație la o distanță D care nu depășește 40 m.

27 Cu relația de mai sus, pentru $d = 0,2$ m și $D = 40$ m, se obține valoarea maximă
admisă pentru eroarea unghiulară a unității de măsurare inerțială IMU:

$$29 \quad \epsilon = 0,28^\circ.$$

31 B) sistem mobil de cartare, care poate funcționa și cu o singură cameră video, și
care, în afara misiunilor enumerate mai sus, poate efectua și sarcini de cartografiere a unor
clădiri, poduri, diguri, a căror distanță maximă până la vehiculul laborator V.L. poate ajunge
33 până la valoarea $D = 200$ m.

35 Cu aceeași relație de mai sus, pentru $d = 0,2$ m și $D = 200$ m, se obține valoarea
maximă admisă, pentru eroarea unghiulară a unității de măsurare inerțială IMU:

$$37 \quad \epsilon = 0,057^\circ.$$

39 Întrucât performanțele și, în consecință, și domeniile de aplicare ale sistemului mobil
de cartare sunt determinate în primul rând de capacitatea modului de poziționare satelitară
GNSS, precum și a modului constituit de unitatea de măsurare inerțială IMU, de a asigura
41 nivelurile de precizie sus menționate, este necesar ca, în continuare, pe baza analizării unor
aspecte ale funcționării acestor două module, să se stabilească configurația optimă a
43 acestora, pentru sistemul mobil de cartare, conform invenției, după cum urmează:

43 a) Modulul de Poziționare Diferențială GNSS

45 Sistemele satelitare de navigație globală GNSS (*Global Navigation Satellite System*),
așa cum sunt sistemele NAVSTAR-GPS (SUA) și GLONASS (Rusia), permit determinarea
cu precizie ridicată a poziției într-un sistem de referință geocentric, în oricare punct situat pe
47 suprafața terestră, în apropierea sau exteriorul acesteia, folosind sateliții artificiali ai
Pământului.

RO 126294 B1

Aceste operații de poziționare GNSS se prezintă în două variante de bază: a. poziționarea într-un singur punct și b. poziționarea diferențială.	1
În cadrul poziționării într-un singur punct, coordonatele locației unui receptor GNSS sunt determinate în raport cu cadrul de referință al Pământului, prin utilizarea pozițiilor cunoscute ale sateliților GNSS care sunt urmăriți. Soluția de poziție, care este generată de receptor și care este afectată într-o mare măsură de condițiile de propagare în atmosferă ale undelor radio, este dezvoltată inițial, în coordonatele ECEF (<i>Earth-Centered-Earth-Fixed</i>), coordonate care apoi sunt convertite în oricare alt sistem regional de coordonate.	3 5 7
În cadrul poziționării diferențiale, cunoscută și sub denumirea de poziționare relativă, coordonatele unui receptor GNSS, care reprezintă în acest caz stația itinerantă (<i>rover station</i>), sunt determinate în raport cu un receptor GNSS, care constituie stația de bază (<i>base station</i>) și a cărei poziție a fost anterior determinată, cu mare precizie, prin utilizarea tehnicilor convenționale de prospectare. În acest fel, oricare diferențe dintre poziția cunoscută a stației de bază și poziția calculată la această stație pe baza tehnicilor satelitare GNSS pot fi atribuite diferitelor componente ale erorilor de poziționare. Stația de bază transmite, către stația rover, informații cu privire la fiecare satelit urmărit, astfel că pseudodistanțele (distanțele satelit-receptor) măsurate de receptorul mobil sunt corectate pe baza corecțiilor diferențiale, obținute de la stația de bază.	9 11 13 15 17
Corecțiile transmise de receptorul bază pot fi corecții de pseudodistanțe (PRC-Pseudo-Range-Corrections) și corecții de variație a pseudodistanțelor (RRC - Rate of Range Corrections). Aceste corecții se pot determina utilizând pseudodistanțele determinate pe baza codurilor transmise de sateliți (variantea DGNS - Differential GNSS) sau pe baza măsurătorilor efectuate folosind faza undei purtătoare (variantea RTK - Real Time Kinematic).	19 21 23
În cazul metodei diferențiale, aplicată asupra fazei undei purtătoare a semnalului de cod satelitar, se obțin soluții de poziționare de tip RTK, cu precizii mult superioare, respectiv, de ordinul a 1...2 cm. Legat de aceasta, trebuie menționat că distanța instantanee dintre un satelit GNSS și un receptor poate fi apreciată în termenii unui număr de lungimi de undă ale purtătoarei prin care s-a propagat semnalul. Acest număr, care are o componentă fracțională și o componentă întregă, poate fi considerat drept rezultatul unei măsurători de pseudodistanță (în cicli) cu un offset întreg constant, inițial necunoscut. Circuitele de urmărire pot determina, într-un mod relativ simplu, componenta fracțională și modificările pe care le prezintă componenta întregă a acestui număr de cicli, în condițiile în care, însă, determinarea componentei inițiale întregi este mai puțin directă și constituie, de fapt, elementul de "ambiguitate" al acestor operații.	25 27 29 31 33
Din acest motiv, spre deosebire de algoritmi de calcul al pseudodistanțelor în cadrul cărora stațiile de bază transmit numai corecțiile, în cazul algoritmilor care se aplică asupra fazei purtătoarei, aceștia realizează "dubla diferență" a observațiilor curente ale receptoarelor de la stația de bază și de la stația rover, dublă diferență care este formată prin scăderea, una dintr-alta, a măsurătorilor efectuate asupra unor perechi satelitare identice, recepționate la cele două receptoare.	35 37 39
Generarea acestor corecții diferențiale se poate realiza și în cadrul unei rețele de stații (receptoare) de referință, așa cum este spre exemplu, EUREF - Rețeaua Europeană de Diseminare a Corecțiilor Diferențiale GPS, care acoperă întregul continent european și care menține în timp real, pe Internet, o infrastructură GNSS (<i>Global Navigation Satellites System</i>), utilizând stațiile GPS/GLONASS ale rețelei sale europene permanente EPN (<i>European Permanent Network</i>), pentru a disemina corecțiile conforme protocolului RTCM (<i>Radio Technical Commission for Maritime Services</i>).	41 43 45 47

RO 126294 B1

1 La rețeaua EUREF este interconectată și o rețea națională de stații permanente
GNSS, așa cum este ROMPOS[®], rețea la ale cărei servicii de furnizare a datelor de corecție,
3 necesare îmbunătățirii preciziei de poziționare, se poate recurge și în situațiile în care
utilizatorul dispune numai de un singur receptor GNSS, dar are posibilitatea de conectare
5 din teren la Internet, prin conexiuni de tipul GSM/GPRS/CDMA.

Astfel, serviciul ROMPOS[®] - DGNSS furnizează corecții pentru aplicații cinematice
7 în timp real, cu o precizie de poziționare între 3,0 și 0,5 m, pentru receptoare cu o singură
frecvență, iar serviciul ROMPOS[®] - RTK furnizează corecții pentru aplicații cinematice în timp
9 real, cu o precizie de poziționare între 0,5 și 2,0 cm, pentru receptoare cu două frecvențe,
formatul de date furnizate cu o frecvență de 1 Hz, pentru ambele servicii, fiind conforme
11 protocolului RTCM 2.x, 3.x.

Pentru aplicațiile de poziționare în timp real, indiferent însă de tipul de rețea care este
13 utilizat, trebuie stabilită o legătură continuă de date între rețeaua de referință și stațiile rover,
pentru ca utilizatorii DGPS să recepționeze corecțiile diferențiale, generate de la rețeaua de
15 referință. Pentru poziționarea diferențială în arii locale sau regionale, se utilizează sistemele
de comunicații radio, iar pentru zonele cu acoperire în rețeaua Internet, se recurge la această
17 alternativă de transmisie și de recepție a corecțiilor diferențiale. Astfel, pentru aplicațiile
DGPS și RTK (*Real Time Kinematic*), care utilizează rețeaua de Internet, linia de
19 comunicație dintre rețeaua de referință și un utilizator mobil constă din două elemente
consecutive: cea mai mare parte a distanței de comunicație, care este cablată, este
21 acoperită de Internet, în timp ce restul distanțelor, mai scurte, spre diferiții utilizatori mobili,
poate fi acoperită în bune condiții, cu telefoane mobile celulare.

Ținând seama de cele menționate mai sus, pentru realizarea modului de recepție
23 a corecțiilor diferențiale, pentru echipamentul de cartare, conform invenției, așa după cum
se prezintă în fig. 1, se recurge la utilizarea unui receptor **GPS**, care este prevăzut, în mod
25 separat, cu conectoare **Corect. RTCM** și **GPS Corect**, pentru recepția corecțiilor diferențiale
de tip RTCM, și, respectiv, pentru transmiterea datelor GPS corectate. Prin aceste
27 conectoare, receptorul **GPS + INS** se conectează la două porturi seriale ale unui sistem de
calcul - Notebook, în așa fel încât, prin primul port al acestuia se recepționează datele GPS
29 corectate, care corespund locației utilizatorului, iar prin cel de-al doilea port, se transmit,
către receptorul **GPS**, corecțiile diferențiale, recepționate dintr-o rețea de distribuție prin
31 intermediul unui telefon mobil celular **T.M.** cu funcționare în regim CDMA și care este
conectat la un al treilea port al sistemului de calcul.

b) Modulul integrat de poziționare GPS-EVS

35 Așa după cum s-a menționat în cele de mai sus, poziționarea GPS realizează
măsurări de distanță ale receptorului față de sateliții Sistemului de Poziționare Globală,
37 măsurători pe baza cărora receptorul își poate calcula poziția și viteza sa, în condițiile în
care, în câmpul său de vedere, se află, simultan, cel puțin patru sateliți.

39 Pe de altă parte, un sistem de navigație inerțială (INS) utilizează valorile unor
parametri precum sunt forțele și rotațiile măsurate de către unitatea de măsurare inerțială
41 (IMU), pentru a calcula accelerația, viteza și unghiurile de poziție ale receptorului GSM al
utilizatorului. Forțele sunt măsurate de către unitatea de măsurare inerțială IMU, cu
43 accelerometre dispuse pe trei axe perpendiculare, iar un ansamblu de giroscopie măsoară
rotațiile în jurul acestor axe, în condițiile în care, unității de măsurare inerțială (IMU), îi sunt
45 furnizate o serie de date inițiale, așa cum sunt coordonatele locului, viteza și unghiurile de
poziție, inițiale, precum și viteza de rotație a pământului și valoarea câmpului său
47 gravitațional. Chiar și în aceste condiții, datorită faptului că erorile care afectează
măsurătorile realizate de către senzorii unității de măsurare inerțială (IMU) se acumulează

RO 126294 B1

În timp, o soluție de poziționare care se bazează numai pe elementele de navigație inerțială se degradează în timp, dacă nu se asigură actualizarea externă a valorilor coordonatelor de loc, vitezei și unghiurilor de poziție. Această actualizare periodică se realizează cu ajutorul unui sistem de interfațare SPAN (*Synchronous Position, Attitude and Navigation*), care integrează măsurătorile inerțiale, brute, cu toate soluțiile GPS disponibile, interfațare care se bazează pe metoda Kalman de filtrare, al cărei vector de stare include unghiurile de poziție, coordonatele de loc, viteza, decalajele accelerometrelor (*offset*) și derivatele giroscopelor, pentru a furniza soluția optimă, posibilă, în oricare situație. În acest fel, prin utilizarea soluției GPS de înaltă precizie, erorile de măsurare ale sistemului de navigație inerțială INS pot fi modelate și diminuate, iar pe de altă parte, continuitatea și precizia relativă a soluției navigației inerțiale INS asigură o reacheziție mai rapidă a semnalului GPS, în urma întreruperilor acestuia, precum și o convergență sporită în obținerea soluțiilor de tip RTK (*Real Time Kinematic*).

În consecință, ținând seama de cele prezentate mai sus, sistemul, conform invenției, de cartare a unor obiective situate la distanțe mari de căile de acces rutiere sau care sunt inaccesibile în mod direct, cuprinde un vehicul laborator **V.L.**, care se deplasează cu vitezele permise pe artera rutieră supusă prospectării și ale cărei unghiuri de poziție și coordonate geografice sunt determinate, în timp real, cu ajutorul unui echipament de poziționare **GPS+INS**, care înglobează receptorul **GPS**, cu capacitate de recepție a celor două frecvențe satelitare "L1" și "L2", caracteristice unui sistem GPS, și care este susținut de unitatea de navigație inerțială **INS** și de o conexiune Internet, care realizează conectarea sistemului de cartare mobil, conform invenției, la o rețea națională de stații de bază, furnizoare de corecții diferențiale, corespunzătoare regimului de funcționare RTK (*Real Time Kinematic*). Între condițiile de bază pe care le implică poziționarea precisă a țintelor **T** vizate, se înscrie și o bună sincronizare între momentul achiziției cadrelor de imagine și timpul universal UTC al cărui semnal este furnizat de ieșirea PPS (*Pulse Per Second*) a receptorului **GPS**.

Așa după se prezintă în fig. 2, o antenă **Ant. GPS** a receptorului **GPS** este amplasată pe axa longitudinală z_V''' a vehiculului laborator **V.L.** pe o platformă de montaj **PI.**, dispusă pe capota acestuia. Pe aceeași platformă de montaj **PI.**, pentru a realiza vizarea optică a obiectivelor din teren, cu ajutorul unui sistem video unicameral, la o distanță **m** de antenă, pe direcția axei transversale x_V''' a vehiculului laborator **V.L.**, este montată o cameră video **C.V.**, al cărui obiectiv optic este orientat spre o parte laterală a vehiculului laborator **V.L.**, sub un unghi fix Ψ_C , precis determinat, corespunzător aplicației avute în vedere, unghi cu care sistemul de coordonate x_C', z_C' , al camerei video **C.V.**, este rotit în planul orizontal al vehiculului laborator **V.L.**, în raport cu sistemul de coordonate, x_V''', z_V''' , al acestuia.

În cadrul unei aplicații neîntrerupte de determinări, camera video **C.V.** are o orientare fixă în raport cu vehiculul laborator **V.L.**, purtător al sistemului mobil de cartare, conform invenției, prin blocarea rotației în plan orizontal, a înclinării și a zoom-ului camerei video **C.V.**, la valori la care camera video **C.V.** a fost calibrată. Datele de calibrare sunt memorate și utilizate ulterior, pentru a defini orientarea camerei video **C.V.** în raport cu direcția de deplasare a vehiculului laborator **V.L.** și pentru a defini scara imaginii. În plus, fiecare imagine achiziționată de către camera video **C.V.** este marcată cu coordonatele de loc și poziția unghiulară a acesteia, de către echipamentul de poziționare **GPS+INS**, cu care este prevăzut echipamentul de cartare, conform invenției.

RO 126294 B1

1 În interiorul vehiculului laborator **V.L.**, a cărei cameră video **C.V.**, așa după cum se
prezintă în fig. 3, vizează un semn de circulație **S.C.**, este amplasat un post de operare a
3 sistemului de cartare, post care cuprinde un receptor **GPS**, cuplat cu o unitate de navigație
inerțială **INS** și o unitate de calcul **Comp.**, destinată calculării și stocării datelor.

5 Procedul de cartare conform invenției implică realizarea unei succesiuni de
determinări și de achiziții automate de date, precum și implementarea unui algoritm de
7 calcul, cu care se realizează: a. determinarea valorilor unghiurilor absolute de poziție, Ψ_T ,
 Θ_T , Φ_T , ale unei ținte **T** vizate. În raport cu punctul în care se află camera video **C.V.**, în
9 momentul în care a fost achiziționată imaginea respectivă și b. determinarea coordonatelor
geografice ale țintei **T**, în latitudine și în longitudine, în planul orizontal al elipsoidului terestru
11 de referință, prin aplicarea tehnicii triangulației asupra valorilor unghiurilor de poziție și,
respectiv, de azimut Ψ_{T_1} și Ψ_{T_2} , ale țintei **T**, unghiuri determinate în raport cu direcția nord

13 **N** a meridianului magnetic local și care corespund la două poziții **Poz. 1** și **Poz. 2**, diferite, ale
vehiculului laborator **V.L.**, poziții aflate, așa după cum se prezintă în fig. 4, la o distanță **B.M.**,
15 care constituie baza de măsurare și la care ținta **T** vizată este detectabilă în ambele cadre
de imagine preluate de camera video **C.V.**.

17 În regim de postprocesare, operatorul interacționează cu software-ul pe care se
bazează procedeul de cartare conform invenției, prin punctarea, cu mouse-ul sistemului de
19 calcul, a țintelor **T** vizualizate, din două locații diferite ale vehiculului laborator **V.L.**.

21 În cadrul unei prezentări generale a procedurii de cartare a unor obiective situate
la distanțe mari de arterele rutiere, se poate considera că fiecare pixel selectat de operator
dintr-un cadru de imagine video reprezintă un vector în spațiu: în această accepțiune,
23 algoritmul de calcul al procedurii de cartare convertește coordonatele x și y ale pixelului
într-un "vector al direcției de vizare", raportat inițial la vectorul median al camerei video **C.V.**,
25 vectorul de vizare fiind apoi rotit în raport cu girația, tangajul și ruliul camerei video **C.V.**, pe
baza informațiilor referitoare la calibrarea camerei video **C.V.**. În continuare, vectorul rezultat
27 este rotit pentru a prelua tangajul și ruliul vehiculului laborator **V.L.** în raport cu planul
orizontal, utilizând datele unghiulare furnizate de către unitatea de măsurare inerțială (IMU).
29 În urma determinării, în acest mod, a vectorilor de poziție, ai țintei **T** vizate, în raport cu două
locații diferite ale vehiculului laborator **V.L.**, software-ul procedurii de cartare efectuează
31 o triangulație, pentru a determina poziția relativă, în raport cu vehiculul laborator **V.L.**, a țintei
T selectate și a o transfera, în continuare, într-un sistem global de coordonate (spre exemplu,
33 latitudine, longitudine, înălțime).

35 Trecând acum la prezentarea în detaliu a procedurii de cartare, se precizează că
acesta se bazează pe un algoritm de calcul care corespunde configurației adoptate pentru
37 echipamentul de cartare conform invenției și care este alcătuit din două componente
principale:

39 I. Grupul relațiilor de calcul al unghiurilor absolute de poziție Ψ_T , Θ_T , Φ_T , ale țintei **T**
vizate, în raport cu punctul **L**, în care este plasat obiectivul camerei video **C.V.**.

41 II. Grupul relațiilor de calcul cu care se realizează determinarea poziției țintei **T** vizate,
în planul orizontal al elipsoidului de referință.

43 La rândul său, prima componentă a algoritmului cuprinde următoarele etape de
calcul:

45 A. Definirea unghiurilor de poziție Ψ , Θ și Φ ale vehiculului laborator **V.L.**, furnizate
de unitatea de măsurare inerțială IMU:

- 47 1. Unghiul de azimut Ψ al vehiculului laborator **V.L.**;
2. Unghiul de tangaj Θ al vehiculului laborator **V.L.**;
3. Unghiul de ruliu Φ al vehiculului laborator **V.L.**.

RO 126294 B1

B. Definirea unghiurilor de pozare Ψ_C și Θ_C , ale camerei video C.V. :	1
4. Unghiul de rotație Ψ_C al camerei video C.V. ;	
5. Unghiul de înclinare Θ_C al camerei video C.V. .	3
C. Definirea unghiurilor de deviație ψ_p și ϑ_p , ale direcției țintei T în raport cu direcția axei centrale a camerei video C.V. .	5
D. Integrarea în sistemul de calcul a unghiurilor de deviație ψ_p și ϑ_p , ale direcției țintei T :	7
6. Unghiul de deviație ψ_p pe laterală;	
7. Unghiul de deviație ϑ_p pe verticală.	9
E. Definirea unghiurilor absolute de poziționare Ψ_T , Θ_T , Φ_T ale țintei T :	
8. Unghiul absolut de azimut Ψ_T al țintei T ;	11
9. Unghiul absolut de înălțare Θ_T al țintei T ;	
10. Unghiul absolut de rulu Φ_T al țintei T .	13
F. Integrarea în sistemul de calcul a unghiurilor absolute de poziție Ψ_T , Θ_T , Φ_T , ale țintei T vizate.	15
Prezentarea în detaliu a etapelor algoritmului de calcul enumerate mai sus are următorul aspect:	17
I. Grupul relațiilor de calcul al unghiurilor absolute de poziție Ψ_T , Θ_T , Φ_T , ale țintei T vizate.	19
A. Definirea unghiurilor de poziție Ψ , Θ și Φ , ale vehiculului laborator V.L. , furnizate de de măsurare inerțială IMU.	21
1. Unghiul de azimut Ψ al vehiculului laborator V.L. este definit, așa după cum se prezintă în fig. 5, în raport cu două sisteme de coordonate dispuse în plan orizontal, și anume:	23
- sistemul de coordonate x_v, z_v din planul orizontal al locului curent în care se află vehiculul laborator V.L. , sistem a cărei axă z_v este orientată pe direcția meridianului magnetic local N ;	25
- sistemul plan de coordonate x'_v, z'_v , raportat la vehiculul laborator V.L. , sistem în cadrul căruia axa z'_v este orientată pe direcția axului longitudinal al vehiculului laborator V.L. .	27
În raport cu aceste referințe, unghiul de azimut Ψ reprezintă unghiul cu care este rotit, în sens direct, față de sistemul de coordonate x_v, z_v , din planul orizontal al locului curent, sistemul de coordonate x'_v, z'_v , raportat la vehiculul laborator V.L. , respectiv, unghiul curent dintre direcția meridianului magnetic local N și direcția z'_v a axului longitudinal al vehiculului laborator V.L. .	29
Este important de precizat că toate sistemele de coordonate care au fost definite, precum și cele care urmează a fi definite, își au originea în același punct L în care este plasată lentila camerei video C.V. a sistemului mobil de cartare, conform invenției.	31
În aceste condiții, un vector unitar A de referință, cu originea în punctul L , sus menționat, ale cărei componente, în sistemul tridimensional de coordonate x_v, y_v, z_v , sunt A_{xv}, A_{yv} și, respectiv, A_{zv} , prezintă, în sistemul tridimensional de coordonate, raportat la vehiculul laborator x'_v, y'_v, z'_v , componentele $A_{x'v}, A_{y'v}$ și, respectiv, $A_{z'v}$.	33
După cum rezultă din schema vectorială din fig. 5, prin care se definește unghiul de azimut Ψ al vehiculului laborator V.L. , între componentele vectorului de referință A , în cele două sisteme tridimensionale de coordonate, există următoarele relații de transformare:	35
	37
	39
	41
	43

RO 126294 B1

$$\begin{aligned} A_{x_V'} &= A_{x_V} \cdot \cos \Psi - A_{z_V} \cdot \sin \Psi \\ A_{y_V'} &= A_{y_V} \\ A_{z_V'} &= A_{x_V} \cdot \sin \Psi - A_{z_V} \cdot \cos \Psi \end{aligned}$$

Aceste relații se pot transfera într-o ecuație matriceală în care este înscrisă și matricea $[\Psi]$ a unghiului de azimut, cu expresia sa separată:

$$\begin{bmatrix} A_{x_V'} \\ A_{y_V'} \\ A_{z_V'} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \Psi & 0 & -\sin \Psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \Psi & 0 & \cos \Psi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V} \\ A_{y_V} \\ A_{z_V} \end{bmatrix} = [\Psi] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V} \\ A_{y_V} \\ A_{z_V} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Unghiul de tangaj Θ al vehiculului laborator **V.L.**, așa după cum se prezintă în fig. 6, este definit în planul vertical al locului curent în care se află vehiculul laborator **V.L.**, în raport cu două sisteme de coordonate, și anume:

- sistemul drept de coordonate x_V', y_V', z_V' , legat de vehicul laborator **V.L.**, sistem în cadrul căruia axa x_V' este orientată în direcția axului longitudinal al vehiculului laborator **V.L.** în planul orizontal al locului;

- sistemul drept de coordonate, x_V'', y_V'', z_V'' , sistem derivat din sistemul de coordonate, x_V', y_V', z_V' , prin rotația acestuia în sens direct, în plan vertical, în jurul axei comune $x_V' \equiv x_V''$, cu unghiul de tangaj Θ .

După cum rezultă din schema vectorială din fig. 6, prin care se definește unghiul de tangaj Θ al vehiculului laborator **V.L.**, între componentele, $A_{x_V'}$, $A_{y_V'}$ și $A_{z_V'}$, ale vectorului de referință A , în sistemul de coordonate x_V', y_V', z_V' și componentele $A_{x_V''}$, $A_{y_V''}$ și $A_{z_V''}$, ale aceluiași vector, în sistemul de coordonate x_V'', y_V'', z_V'' există următoarele relații de transformare:

$$\begin{aligned} A_{x_V''} &= A_{x_V'} \\ A_{y_V''} &= A_{y_V'} \cdot \cos \Theta + A_{z_V'} \cdot \sin \Theta \\ A_{z_V''} &= -A_{y_V'} \cdot \sin \Theta + A_{z_V'} \cdot \cos \Theta \end{aligned}$$

Aceste relații se pot transfera într-o ecuație matriceală în care este înscrisă și matricea $[\Theta]$ a unghiului de tangaj cu expresia sa separată:

$$\begin{bmatrix} A_{x_V''} \\ A_{y_V''} \\ A_{z_V''} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \Theta & \sin \Theta \\ 0 & -\sin \Theta & \cos \Theta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V'} \\ A_{y_V'} \\ A_{z_V'} \end{bmatrix} = [\Theta] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V'} \\ A_{y_V'} \\ A_{z_V'} \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. Unghiul de ruluu Φ al vehiculului laborator **V.L.**, rezultă așa după cum se prezintă în fig. 7, din rotația sistemului de coordonate, x_V'', y_V'', z_V'' în jurul axei sale z_V'' , în sens direct, cu valoarea necesară pentru a se suprapune peste sistemul de coordonate

propriu, x_V''', y_V''', z_V''' , al vehiculului laborator **V.L.**. În cadrul acestui sistem de coordonate, 1
 axa z_V''' coincide cu axa longitudinală a vehiculului laborator **V.L.**, axa y_V''' este orientată în 2
 jos, spre podeaua acestuia, iar axa x_V''' este orientată perpendicular pe partea dreaptă a 3
 vehiculului laborator **V.L.**.

După cum rezultă din schema vectorială din fig. 7, prin care se definește unghiul de 5
 rulu Φ al vehiculului laborator **V.L.**, între componentele, $A_{x_V''}, A_{y_V''}, A_{z_V''}$, ale vectorului de 6
 referință **A** în sistemul de coordonate x_V'', y_V'', z_V'' , și componentele $A_{x_V'''}, A_{y_V'''} si A_{z_V'''}$ ale 7
 aceluiași vector **A** în sistemul de coordonate x_V''', y_V''', z_V''' , există următoarele relații de 8
 transformare: 9

$$\begin{aligned} A_{x_V'''} &= A_{x_V''} \cdot \cos\Phi + A_{y_V''} \cdot \sin\Phi \\ A_{y_V'''} &= -A_{x_V''} \cdot \sin\Phi + A_{y_V''} \cdot \cos\Phi \\ A_{z_V'''} &= A_{z_V''} \end{aligned} \quad 11$$

Acese relații se pot transfera într-o ecuație matriceală în care este înscrisă și 13
 matricea $[\Phi]$ a unghiului de rulu, cu expresia sa separată: 14

$$\begin{bmatrix} A_{x_V'''} \\ A_{y_V'''} \\ A_{z_V'''} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\Phi & \sin\Phi & 0 \\ -\sin\Phi & \cos\Phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V''} \\ A_{y_V''} \\ A_{z_V''} \end{bmatrix} = [\Phi] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V''} \\ A_{y_V''} \\ A_{z_V''} \end{bmatrix} \quad (3) \quad 15$$

B. Definirea unghiurilor de pozare Ψ_C și Θ_C ale camerei video **C.V.**.

Pentru a obține o poziționare precisă a reperului de interes din teren, este necesar 23
 ca vizarea acestuia cu camera video **C.V.**, din două puncte diferite ale traseului parcurs, să 24
 se efectueze sub unghiuri de vizare, pe cât este posibil, diferite. Din acest motiv, se evită 25
 montarea camerei video **C.V.** într-o poziție în care axa sa optică se suprapune pe direcția 26
 de deplasare a vehiculului laborator **V.L.**, respectiv, pe axa longitudinală a vehiculului 27
 laborator **V.L.**. Practic, pentru fiecare gen de aplicație în teren a echipamentului conform 28
 invenției, se stabilește un set corespunzător de valori fixe și riguros determinate ale 29
 unghiurilor de pozare în girație și în înclinare ale axei optice a camerei video **C.V.** în raport 30
 cu sistemul propriu de coordonate al vehiculului laborator **V.L.**. 31

4. Unghiul de girație Ψ_C al axei optice a camerei video video **C.V.** reprezintă, așa 32
 după cum rezultă din fig. 8, unghiul cu care sistemul de coordonate x_V''', y_V''', z_V''' , al 33
 vehiculului laborator **V.L.**, este rotit în sens direct, în planul orizontal al acestuia, în jurul axei 34
 sale verticale y_V''' , cu valoarea necesară pentru a aduce axa sa x_V''' în planul vertical în care 35
 este dispusă direcția de vizare a camerei video **C.V.**. Considerând că înainte de efectuarea 36
 acestei rotații, sistemul de coordonate x_V''', y_V''', z_V''' al vehiculului laborator **V.L.** coincidea 37
 cu sistemul de coordonate x_C, y_C, z_C al camerei video **C.V.**, prin această rotație cu unghiul 38
 de girație Ψ_C în jurul axei $y_V''' \equiv y_C$, se obține, pentru camera video **C.V.**, un nou sistem de 39
 coordonate x'_C, y'_C, z'_C .

RO 126294 B1

1 După cum rezultă din schema vectorială din fig. 8, prin care se definește unghiul de
 2 girație Ψ_C al axei optice a camerei video C.V., între componentele $A_{x_C}, A_{y_C}, A_{z_C}$ ale
 3 vectorului de referință \mathbf{A} , în sistemul de coordonate x_C, y_C, z_C , și componentele
 $A_{x'_C}, A_{y'_C}, A_{z'_C}$ ale aceluiași vector de referință \mathbf{A} , în sistemul de coordonate x'_C, y'_C, z'_C ,

5 există următoarele relații de transformare:

$$A_{x'_C} = A_{x_C} \cdot \cos \Psi_C - A_{z_C} \cdot \sin \Psi_C$$

$$A_{y'_C} = A_{y_C}$$

$$A_{z'_C} = A_{x_C} \cdot \sin \Psi_C - A_{z_C} \cdot \cos \Psi_C$$

9 Aceste relații se pot transfera într-o ecuație matriceală în care este înscrisă și
 10 matricea $[\Psi_C]$ a unghiului de girație Ψ_C al camerei video C.V., cu expresia sa separată:

$$\begin{bmatrix} A_{x'_C} \\ A_{y'_C} \\ A_{z'_C} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \Psi_C & 0 & -\sin \Psi_C \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \Psi_C & 0 & \cos \Psi_C \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x_C} \\ A_{y_C} \\ A_{z_C} \end{bmatrix} = [\Psi_C] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_C} \\ A_{y_C} \\ A_{z_C} \end{bmatrix} \quad (4)$$

17 5. Unghiul de înclinare Θ_C al axei optice a camerei video C.V. reprezintă, așa după
 18 cum rezultă din fig. 9, unghiul cu care sistemul de coordonate, x'_C, y'_C, z'_C , al camerei video
 19 C.V. este rotit în sens direct, în planul vertical al acestuia, în jurul axei sale orizontale x'_C ,
 20 cu valoarea fixă de montaj stabilită pentru vizarea obiectivelor selectate pentru aplicația
 21 respectivă. Prin această rotație, sistemul de coordonate x'_C, y'_C, z'_C este adus în poziția finală
 22 pe care o ocupă camera video C.V. în raport cu vehiculul laborator V.L., poziție marcată prin
 23 sistemul de coordonate x''_C, y''_C, z''_C .

25 După cum rezultă din schema vectorială din fig. 9, prin care se definește unghiul de
 26 înclinare Θ_C al axei optice a camerei video C.V., între componentele $A_{x'_C}, A_{y'_C}, A_{z'_C}$ ale
 27 vectorului de referință \mathbf{A} , în sistemul de coordonate x'_C, y'_C, z'_C și compo-
 28 nentele $A_{x''_C}, A_{y''_C}, A_{z''_C}$ ale aceluiași vector în sistemul de coordonate x''_C, y''_C, z''_C există
 29 următoarele relații de transformare:

$$A_{x''_C} = A_{x'_C}$$

$$A_{y''_C} = A_{y'_C} \cdot \cos \Theta_C + A_{z'_C} \cdot \sin \Theta_C$$

$$A_{z''_C} = -A_{y'_C} \cdot \sin \Theta_C + A_{z'_C} \cdot \cos \Theta_C$$

33 Aceste relații se pot transfera într-o ecuație matriceală în care este înscrisă și
 34 matricea $[\Theta_C]$ a unghiului de înclinare al camerei video C.V., cu expresia sa separată:

$$\begin{bmatrix} A_{x''_C} \\ A_{y''_C} \\ A_{z''_C} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \Theta_C & \sin \Theta_C \\ 0 & -\sin \Theta_C & \cos \Theta_C \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x'_C} \\ A_{y'_C} \\ A_{z'_C} \end{bmatrix} = [\Theta_C] \cdot \begin{bmatrix} A_{x'_C} \\ A_{y'_C} \\ A_{z'_C} \end{bmatrix} \quad (5)$$

RO 126294 B1

C. Definierea unghiurilor de deviație ψ_p și ϑ_p , ale direcției țintei T vizate, în raport cu direcția axei centrale a camerei video C.V.. 1

Datorită faptului că vizarea unei ținte T din teren se realizează de către camera video C.V., din diferite unghiuri de vizare, direcția axei optice, centrale, a camerei video C.V. nu coincide, în general, cu direcția pe care se află ținta T vizată, în raport cu obiectivul respectivei camerei video C.V.. Din acest motiv, definierea direcției țintei T se realizează, în modul prezentat în fig. 10, prin unghiurile de deviație ψ_p și ϑ_p , cu care trebuie rotită axa optică centrală z_C'' , în raport cu planul orizontal și, respectiv, vertical, al sistemului de coordonate x_C'', y_C'', z_C'' al camerei video C.V.. În aceeași schemă din fig. 10, se prezintă și modul în care se realizează poziționarea, în planul senzorului CCD, al camerei video C.V., a imaginii țintei T vizate, precum și modul în care se definește această poziționare a țintei T, în funcție de coordonatele sale, în dimensiuni liniare sau în pixeli, în cadrul sistemului de coordonate rectangular al senzorului CCD. 3
5
7
9
11
13

Pentru stabilirea relațiilor de calcul al coordonatelor liniare ale acestei imagini a țintei T, în fig. 10 s-au introdus și următoarele notații: 15

a, b - dimensiunea liniară a laturii "a" și, respectiv, "b", a senzorului CCD;

N_a, N_b , - numărul de pixeli de pe latura "a" și, respectiv, "b", a senzorului CCD; 17

n_x, n_y - coordonatele, exprimate în număr de pixeli, aferente pixelului care marchează ținta T pe suprafața senzorului CCD; 19

d_x, d_y - coordonatele liniare ale pixelului care marchează ținta T pe suprafața senzorului CCD. 21

Determinarea coordonatelor în pixeli, ale imaginii țintei T vizate, se bazează pe utilizarea unui procedeu de detecție, care implică efectuarea, de către operator, a unui "click", cu mouse-ul sistemului de calcul, pe respectiva imagine, în secvențele în care aceasta apare pe ecranul monitorului. Cu notațiile introduse mai sus, relațiile de transformare a coordonatelor, exprimate în pixeli, aferente pixelului corespunzător țintei T, în coordonatele liniare ale aceluiași pixel care poziționează ținta T pe suprafața senzorului CCD, sunt următoarele: 23
25
27

$$d_x = \frac{n_x}{N_a} \cdot a; \quad d_y = \frac{n_y}{N_b} \cdot b \quad (6) \quad 29$$

31

În funcție de coordonata liniară d_x a imaginii țintei T, precum și de distanța focală f a obiectivului camerei video C.V., se poate determina, așa după cum se prezintă în fig. 11a, expresia unghiului de deviație ψ_p , în plan orizontal, a direcției țintei T: 33
35

$$\psi_p = \arctan \frac{d_x}{f} \quad (7) \quad 37$$

În același mod, în funcție de coordonata liniară d_y a imaginii țintei T, precum și de aceeași distanță focală f a obiectivului camerei video C.V., se poate determina, așa după cum se prezintă în fig. 11b, expresia unghiului de deviație ϑ_p , în plan vertical, a direcției țintei T: 39
41

$$\vartheta_p = \arctan \frac{d_y}{\sqrt{d_x^2 + f^2}} \quad (8) \quad 43$$

45

D. Integrarea în sistemul de calcul a unghiurilor de deviație ψ_p și ϑ_p , ale direcției țintei T. 47

RO 126294 B1

1 În definierea unghiurilor de deviație ψ_p și ϑ_p , se ține seama că, în situația în care
 aceste unghiuri au o valoare nulă, sistemul de coordonate x_p, y_p, z_p , al țintei T vizate, coincide
 3 cu sistemul de coordonate x_C'', y_C'', z_C'' , al camerei video C.V.

6. Unghiul de deviație ψ_p , pe laterală, al direcției țintei T vizate se obține, așa după
 5 cum se prezintă în fig. 12, prin rotirea, în sens direct, a sistemului de coordonate x_C'', y_C'', z_C''
 al camerei video C.V., în plan orizontal, în jurul axei sale verticale $y_C'' \equiv y_p$, cu valoarea
 7 necesară pentru a aduce axa centrală de vizare x_C'' în planul vertical al țintei T vizate, poziție
 marcată prin sistemul de coordonate x_p', y_p', z_p' .

9 După cum rezultă din schema vectorială din fig. 12, prin care se definește unghiul de
 deviație ψ_p , pe laterală, al direcției țintei T vizate, între componentele $A_{x_p}, A_{y_p}, A_{z_p}$ ale
 11 vectorului de referință A, în sistemul de coordonate x_p, y_p, z_p și componentele
 $A_{x_p}', A_{y_p}', A_{z_p}'$, ale aceluiași vector, în sistemul de coordonate x_p', y_p', z_p' , există
 13 următoarele relații de transformare:

$$15 \begin{aligned} A_{x_p}' &= A_{x_p} \cdot \cos \psi_p - A_{z_p} \cdot \sin \psi_p \\ A_{y_p}' &= A_{y_p} \\ A_{z_p}' &= A_{x_p} \cdot \sin \psi_p + A_{z_p} \cdot \cos \psi_p \end{aligned}$$

17 Aceste relații se pot transfera într-o ecuație matriceală în care este înscrisă și
 matricea $[\psi_p]$ a unghiului de deviație pe laterală a direcției țintei T vizate:

$$19 \begin{bmatrix} A_{x_p}' \\ A_{y_p}' \\ A_{z_p}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \psi_p & 0 & -\sin \psi_p \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \psi_p & 0 & \cos \psi_p \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x_p} \\ A_{y_p} \\ A_{z_p} \end{bmatrix} = [\psi_p] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_C}'' \\ A_{y_C}'' \\ A_{z_C}'' \end{bmatrix} \quad (9)$$

25 7. Unghiul de deviație pe verticală ϑ_p , al direcției țintei T vizate, se obține, așa după
 27 cum se prezintă în fig. 13, prin rotirea în sens direct, în plan vertical, a sistemului de
 coordonate x_p', y_p', z_p' , în jurul axei sale orizontale x_p' , cu valoarea necesară pentru a
 29 aduce axa optică, centrală, a camerei video C.V., pe direcția țintei T vizate, poziție marcată
 prin sistemul de coordonate x_p'', y_p'', z_p'' .

31 După cum rezultă din schema vectorială din fig. 13, prin care se definește unghiul de
 deviație ϑ_p , reprezentând deviația pe verticală a direcției țintei T vizate, între componentele
 33 A_{x_p}', A_{y_p}' și A_{z_p}' , ale vectorului de referință A, în sistemul de coordonate x_p', y_p', z_p' și
 componentele A_{x_p}'', A_{y_p}'' și A_{z_p}'' , ale aceluiași vector, în sistemul de coordonate x_p'', y_p'', z_p'' ,
 35 există următoarele relații de transformare:

$$37 \begin{aligned} A_{x_p}'' &= A_{x_p}' \\ A_{y_p}'' &= A_{y_p}' \cdot \cos \vartheta_p + A_{z_p}' \cdot \sin \vartheta_p \\ A_{z_p}'' &= -A_{y_p}' \cdot \sin \vartheta_p + A_{z_p}' \cdot \cos \vartheta_p \end{aligned}$$

39

RO 126294 B1

Aceste relații se pot transfera într-o ecuație matriceală în care este înscrisă și matricea $[G_p]$ a unghiului de deviație G_p , pe verticală, a direcției țintei **T** vizate:

$$\begin{bmatrix} A_{x_T} \\ A_{y_T} \\ A_{z_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{x_p}'' \\ A_{y_p}'' \\ A_{z_p}'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos G_p & \sin G_p \\ 0 & -\sin G_p & \cos G_p \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x_p}' \\ A_{y_p}' \\ A_{z_p}' \end{bmatrix} = [G_p] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_p}' \\ A_{y_p}' \\ A_{z_p}' \end{bmatrix} \quad (10)$$

E. Definirea unghiurilor absolute de poziționare Ψ_T , Θ_T , Φ_T ale țintei **T**.

În afara coordonatelor și unghiurilor relative de poziționare ale țintelor **T** vizate, coordonate relative, definite în cele de mai sus, în raport cu sistemul de coordonate al camerei video **C.V.** și, respectiv, cu sistemul de coordonate al vehiculului laborator **V.L.**, pentru a asigura poziționarea acestor ținte **T** și în coordonatele absolute, necesare înscrierii acestora în sisteme geografice de informare de tip GIS, urmează a se defini în continuare și coordonatele unghiulare absolute prin care se stabilește, în mod nemijlocit, direcția țintelor **T** în raport cu un sistem absolut de coordonate, a cărui axă orizontală z_v este orientată pe direcția meridianului magnetic local și a cărui origine este legată de poziția curentă a vehiculului laborator **V.L.**. Aceste unghiuri absolute de poziționare a țintelor **T** sunt: unghiul de azimut Ψ_T , unghiul de înălțare Θ_T și unghiul de ruluu Φ_T , unghiuri care sunt definite după cum urmează:

8. Unghiul absolut de azimut Ψ_T al țintei **T** vizate reprezintă unghiul curent dintre direcția meridianului magnetic local **N** și direcția z_v , care este orientată spre țintă **T** în planul orizontal al locului. Această direcție se obține, așa după cum se prezintă în fig. 14, prin rotirea în sens direct, în plan orizontal, a sistemului absolut de coordonate x_v, y_v, z_v , în jurul axei sale verticale y_v , cu unghiul de azimut Ψ_T , noua poziție fiind marcată prin sistemul de coordonate $x_{v'}, y_{v'}, z_{v'}$.

După cum rezultă din schema vectorială din fig. 14, prin care se definește unghiul absolut de azimut Ψ_T , al țintei **T** vizate, între componentele A_{x_v}, A_{y_v} și A_{z_v} , ale vectorului de referință **A** în sistemul de coordonate x_v, y_v, z_v și componentele $A_{x_{v'}}, A_{y_{v'}}, A_{z_{v'}}$, ale aceluiași vector, în sistemul de coordonate $x_{v'}, y_{v'}, z_{v'}$, există următoarele relații de transformare:

$$A_{x_{v'}} = A_{x_v} \cdot \cos \Psi_T - A_{z_v} \cdot \sin \Psi_T \quad (33)$$

$$A_{y_{v'}} = A_{y_v} \quad (35)$$

$$A_{z_{v'}} = A_{x_v} \cdot \sin \Psi_T + A_{z_v} \cdot \cos \Psi_T$$

Aceste relații se pot transfera într-o ecuație matriceală în care este înscrisă și matricea $[\Psi_T]$ a unghiului absolut Ψ_T de azimut al țintei **T** vizate:

$$\begin{bmatrix} A_{x_{v'}} \\ A_{y_{v'}} \\ A_{z_{v'}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \Psi_T & 0 & -\sin \Psi_T \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \Psi_T & 0 & \cos \Psi_T \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x_v} \\ A_{y_v} \\ A_{z_v} \end{bmatrix} = [\Psi_T] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_v} \\ A_{y_v} \\ A_{z_v} \end{bmatrix} \quad (11)$$

RO 126294 B1

1 9. Unghiul absolut de înălțare Θ_T , al țintei **T** vizate, reprezintă, așa după cum se
 2 prezintă în schema vectorială din fig. 15, unghiul cu care este rotit, în jurul axei sale
 3 orizontale x_V , sistemul de coordonate x_V, y_V, z_V , cu valoarea prin care se realizează
 4 suprapunerea axei z_V , pe direcția de vizare a țintei **T**, din locația corespunzătoare punctului
 5 **L**, în care se situează camera video **C.V.**, noua poziție fiind marcată prin sistemul de
 6 coordonate $x_{V''}, y_{V''}, z_{V''}$.

7 După cum rezultă din schema vectorială din fig. 15, prin care se definește unghiul
 8 absolut de înălțare Θ_T , al țintei **T** vizate, între componentele $A_{x_{V'}} , A_{y_{V'}} , A_{z_{V'}} ,$ ale
 9 vectorului de referință **A**, în sistemul de coordonate x_V, y_V, z_V și componentele
 10 $A_{x_{V''}} , A_{y_{V''}} , A_{z_{V''}} ,$ ale aceluiași vector, în sistemul de coordonate $x_{V''}, y_{V''}, z_{V''}$, există

11 următoarele relații de transformare:

$$\begin{aligned} A_{x_{V''}} &= A_{x_{V'}} \\ A_{y_{V''}} &= A_{y_{V'}} \cdot \cos\Theta_T + A_{z_{V'}} \cdot \sin\Theta_T \\ A_{z_{V''}} &= -A_{y_{V'}} \cdot \sin\Theta_T + A_{z_{V'}} \cdot \cos\Theta_T \end{aligned}$$

15 Aceste relații se pot transfera într-o ecuație matriceală, în care este înscrisă și
 16 matricea $[\Theta_T]$ a unghiului absolut de înălțare Θ_T , al țintei **T** vizate:

$$\begin{bmatrix} A_{x_{V''}} \\ A_{y_{V''}} \\ A_{z_{V''}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\Theta_T & \sin\Theta_T \\ 0 & -\sin\Theta_T & \cos\Theta_T \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x_{V'}} \\ A_{y_{V'}} \\ A_{z_{V'}} \end{bmatrix} = [\Theta_T] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_{V'}} \\ A_{y_{V'}} \\ A_{z_{V'}} \end{bmatrix} \quad (12)$$

23 10. Unghiul absolut de ruluu Φ_T al țintei **T** reprezintă, așa după cum se prezintă în
 24 schema vectorială din fig. 16, unghiul cu care trebuie rotit, în jurul axei sale de vizare $z_{V''}$,
 25 sistemul de coordonate $x_{V''}, y_{V''}, z_{V''}$, al țintei **T**, cu valoarea necesară pentru a suprapune
 26 acest sistem absolut de coordonate peste sistemul de coordonate x_T, y_T, z_T , al țintei **T**,
 27 determinat în fazele anterioare, în raport cu sistemul de coordonate x_C, y_C, z_C . În urma
 28 acestei rotații cu unghiul absolut de ruluu Φ_T , se obține, în final, sistemul absolut de
 29 coordonate $x_{V''}, y_{V''}, z_{V''}$, al țintei **T**.

30 După cum rezultă din schema vectorială din fig. 16, prin care se definește unghiul
 31 absolut de ruluu Φ_T , al țintei **T** vizate, între componentele $A_{x_{V''}} , A_{y_{V''}} , A_{z_{V''}} ,$ ale
 32 vectorului de referință **A**, în sistemul de coordonate $x_{V''}, y_{V''}, z_{V''}$ și componentele

$$A_{x_{V'''}} , A_{y_{V'''}} , A_{z_{V'''}} ,$$

35 există următoarele relații de transformare:

$$\begin{aligned} A_{x_{V'''}} &= A_{x_{V''}} \cdot \cos\Phi_T + A_{y_{V''}} \cdot \sin\Phi_T \\ A_{y_{V'''}} &= -A_{x_{V''}} \cdot \sin\Phi_T + A_{y_{V''}} \cdot \cos\Phi_T \\ A_{z_{V'''}} &= A_{z_{V''}} \end{aligned}$$

36 Aceste relații se pot transfera într-o ecuație matriceală în care este înscrisă și
 37 matricea $[\Phi_T]$ a unghiului absolut de ruluu Φ_T , al țintei **T** vizate:

$$\begin{bmatrix} A_{x_T} \\ A_{y_T} \\ A_{z_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{x_{V''}} \\ A_{y_{V''}} \\ A_{z_{V''}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \Phi_T & \sin \Phi_T & 0 \\ -\sin \Phi_T & \cos \Phi_T & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{x_{V''}} \\ A_{y_{V''}} \\ A_{z_{V''}} \end{bmatrix} = [\Phi_T] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_{V''}} \\ A_{y_{V''}} \\ A_{z_{V''}} \end{bmatrix} \quad (13)$$

F. Integrarea, în sistemul de calcul, a unghiurilor absolute de poziție Ψ_T , Θ_T , Φ_T , ale țintelor T vizate.

Procedeu conform invenției include determinarea unghiurilor absolute de poziție Ψ_T , Θ_T , Φ_T , ale țintelor T situate la distanțe mari de vehiculul laborator V.L. se bazează pe determinarea, prin calcul, a valorilor acestor unghiuri, pe baza valorilor unghiulare de rotație, măsurabile în mod direct, ale sistemelor de coordonate raportate la vehiculul laborator V.L., prin a căror rotație succesivă, se obține suprapunerea pe direcția țintei T vizate. Stabilirea relațiilor de calcul cu care se realizează determinarea unghiurilor absolute de poziție Ψ_T , Θ_T , Φ_T , ale țintei T vizate, implică următoarele etape:

a. Corelarea relațiilor matriceale 1, 2, 3, 4, 5, 6 și 7, în urma căreia se obțin succesiv următoarele ecuații matriceale:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} A_{x_T} \\ A_{y_T} \\ A_{z_T} \end{bmatrix} &= [\mathcal{G}_p] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_p} \\ A_{y_p} \\ A_{z_p} \end{bmatrix} = [\mathcal{G}_p] \cdot [\psi_p] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_C} \\ A_{y_C} \\ A_{z_C} \end{bmatrix} = [\mathcal{G}_p] \cdot [\psi_p] \cdot [\Theta_C] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_C} \\ A_{y_C} \\ A_{z_C} \end{bmatrix} = \\ &= [\mathcal{G}_p] \cdot [\psi_p] \cdot [\Theta_C] \cdot [\Psi_C] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V} \\ A_{y_V} \\ A_{z_V} \end{bmatrix} = [\mathcal{G}_p] \cdot [\psi_p] \cdot [\Theta_C] \cdot [\Psi_C] \cdot [\Phi] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V} \\ A_{y_V} \\ A_{z_V} \end{bmatrix} = \\ &= [\mathcal{G}_p] \cdot [\psi_p] \cdot [\Theta_C] \cdot [\Psi_C] \cdot [\Phi] \cdot [\Theta] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V} \\ A_{y_V} \\ A_{z_V} \end{bmatrix} = [\mathcal{G}_p] \cdot [\psi_p] \cdot [\Theta_C] \cdot [\Psi_C] \cdot [\Phi] \cdot [\Theta] \cdot [\Psi] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V} \\ A_{y_V} \\ A_{z_V} \end{bmatrix} \quad (A) \end{aligned}$$

unde notațiile utilizate au următoarele semnificații:

- \mathcal{G}_p , ψ_p - unghiurile de deviație ale direcției țintei T, față de direcția axei centrale a camerei video C.V., unghiuri care se calculează, cu ajutorul relațiilor 6, 7 și 8, pe baza coordonatelor plane ale pixelului care corespunde țintei T în planul senzorului CCD. La rândul lor, aceste coordonate ale pixelilor corespunzător țintei T se stabilesc, fie prin utilizarea metodei de operare bazată pe tastarea, cu mouse-ul sistemului de calcul, a imaginii țintei T, pe ecranul monitorului acestuia, fie prin utilizarea unui ecran de monitor, sensibil la atingere;

- Θ_C , Ψ_C - unghiurile de pozare ale camerei video C.V. pe platforma de montaj PI. a acesteia, pe capota vehiculului laborator V.L.; valorile acestor unghiuri (atunci când nu se utilizează varianta cu reglare continuă) se stabilesc de regulă la montaj;

- Φ , Θ , Ψ - unghiurile de poziție ale vehiculului laborator V.L., determinate de către unitatea de măsurare inerțială IMU;

RO 126294 B1

1 - A_{x_V} , A_{y_V} , A_{z_V} reprezintă vectorii unitari ai axelor respective de coordonate.

3 b. Pe de altă parte, prin corelarea relațiilor matriceale 8, 9 și 10, se obțin succesiv următoarele ecuații matriceale:

$$5 \begin{bmatrix} A_{x_T} \\ A_{y_T} \\ A_{z_T} \end{bmatrix} = [\Phi_T] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_{V''}} \\ A_{y_{V''}} \\ A_{z_{V''}} \end{bmatrix} = [\Phi_T] \cdot [\Theta_T] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_{V'}} \\ A_{y_{V'}} \\ A_{z_{V'}} \end{bmatrix} = [\Phi_T] \cdot [\Theta_T] \cdot [\Psi_T] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V} \\ A_{y_V} \\ A_{z_V} \end{bmatrix} \quad (B)$$

9 c. Din compararea celor două serii de ecuații matriceale A și B, se obține următoarea relație matriceală, pentru calculul unghiurilor absolute de poziție Ψ_T , Θ_T , Φ_T , ale țintei T vizate, în raport cu punctul în care este dispusă lentila camerei video C.V.:

$$13 \begin{bmatrix} \mathcal{G}_p \\ \mathcal{P}_p \\ \mathcal{C}_c \end{bmatrix} \cdot [\Psi_p] \cdot [\Theta_c] \cdot [\Psi_c] \cdot [\Phi] \cdot [\Theta] \cdot [\Psi] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V} \\ A_{y_V} \\ A_{z_V} \end{bmatrix} = [\Phi_T] \cdot [\Theta_T] \cdot [\Psi_T] \cdot \begin{bmatrix} A_{x_V} \\ A_{y_V} \\ A_{z_V} \end{bmatrix}$$

17 sau:

$$19 [\Theta_p] \cdot [\Psi_p] \cdot [\Theta_c] \cdot [\Psi_c] \cdot [\Phi] \cdot [\Psi] = [\Phi_T] \cdot [\Theta_T] \cdot [\Psi_T] \quad (C)$$

21 Se adoptă notația:

$$23 \begin{bmatrix} \mathcal{G}_p \\ \mathcal{P}_p \\ \mathcal{C}_c \end{bmatrix} \cdot [\Psi_p] \cdot [\Theta_c] \cdot [\Psi_c] \cdot [\Phi] \cdot [\Theta] \cdot [\Psi] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad (11)$$

25 și se calculează coeficienții a_{11} , ..., a_{33} , corespunzători, pe baza valorilor măsurate, în mod direct, ale unghiurilor din partea stângă a acestei ecuații matriceale.

27 În continuare, se efectuează produsul matricelor corespunzătoare coordonatelor unghiulare absolute ale țintei T vizate:

$$31 [\Phi_T] \cdot [\Theta_T] \cdot [\Psi_T] = \begin{bmatrix} \cos\Phi_T & \sin\Phi_T & 0 \\ -\sin\Phi_T & \cos\Phi_T & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\Theta_T & \sin\Theta_T \\ 0 & -\sin\Theta_T & \cos\Theta_T \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos\Psi_T & 0 & -\sin\Psi_T \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\Psi_T & 0 & \cos\Psi_T \end{bmatrix} =$$

$$35 = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix}$$

39 unde s-au folosit notațiile:

$$41 b_{11} = \cos\Psi_T \cdot \cos\Phi_T + \sin\Psi_T \cdot \sin\Theta_T \cdot \sin\Phi_T;$$

$$41 b_{12} = \cos\Theta_T \cdot \sin\Phi_T;$$

$$43 b_{13} = -\sin\Psi_T \cdot \cos\Phi_T + \cos\Psi_T \cdot \sin\Theta_T \cdot \sin\Phi_T;$$

$$43 b_{21} = -\cos\Psi_T \cdot \sin\Phi_T + \sin\Psi_T \cdot \sin\Theta_T \cdot \cos\Phi_T;$$

$$45 b_{22} = \cos\Theta_T \cdot \cos\Phi_T;$$

$$45 b_{23} = \sin\Psi_T \cdot \sin\Phi_T + \cos\Psi_T \cdot \sin\Theta_T \cdot \cos\Phi_T;$$

$$47 b_{31} = \sin\Psi_T \cdot \cos\Theta_T;$$

$$47 b_{32} = -\sin\Theta_T;$$

$$47 b_{33} = \cos\Psi_T \cdot \cos\Theta_T.$$

RO 126294 B1

Din echivalarea termenilor corespunzători celor două matrice globale, identice: 1

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 3 \\ 5 \end{matrix}$$

se obțin, în final, relațiile de calcul ale coordonatelor unghiulare absolute ale țintei T, stabilite din locul în care se afla vehiculul laborator V.L. la momentul respectiv, sub forma: 7
9

$$\tan \Psi_T = \frac{a_{31}}{a_{33}}; \quad \sin \Theta_T = -a_{32}; \quad \tan \Phi_T = \frac{a_{12}}{a_{22}} \quad (12) \quad 11$$

II. Grupul relațiilor de calcul cu care se realizează determinarea poziției țintei T în planul orizontal al elipsoidului de referință. 13

În cadrul celei de-a doua componente a algoritmului de calcul, se realizează determinarea poziției țintei T în planul orizontal al elipsoidului de referință, prin combinarea deter- 15

minărilor de coordonate unghiulare absolute $\Psi_{T_1}, \Theta_{T_1}, \Phi_{T_1}$ și, respectiv, $\Psi_{T_2}, \Theta_{T_2}, \Phi_{T_2}$, 17

ale țintei T vizate, determinări și calcule efectuate conform metodologiei aferente primei componente a algoritmului de calcul, pentru două poziții diferite C₁ și, respectiv, C₂, ale camerei video video C.V., poziții rezultate în urma deplasării vehiculului laborator V.L. cu o 19
distanță în limitele căreia ținta T se menține în câmpul de vedere al camerei video C.V.. 21

Pentru stabilirea, pe această bază, a relațiilor de calcul ale coordonatelor absolute de poziție ale țintei T, se recurge la schema de poziționare prezentată în fig. 17, în care s-au 23
introdus următoarele notații:

λ_1, φ_1 , și λ_2, φ_2 - coordonatele geografice, de longitudine și, respectiv, de latitudine, 25
furnizate de către receptorul GPS, pentru două poziții C₁ și, respectiv, C₂, succesive, de vizare, ale camerei video C.V.; 27

λ_T, φ_T - coordonatele geografice de longitudine și, respectiv, de latitudine, ale țintei T; 29
 a_1, a_2 și b_1, b_2 - distanțele liniare corespunzătoare diferențelor unghiulare de longitudine $\Delta\lambda_{1,T}, \Delta\lambda_{1,2}$ și, respectiv, de latitudine $\Delta\varphi_{1,2}, \Delta\varphi_{2,T}$, ale țintei T, după cum urmează: 29

$$\Delta\lambda_{1,T} = \lambda_T - \lambda_1; \quad \Delta\lambda_{1,2} = \lambda_1 - \lambda_2; \quad \Delta\varphi_{1,2} = \varphi_2 - \varphi_1; \quad \Delta\varphi_{2,T} = \varphi_T - \varphi_1; \quad (13) \quad 31$$

La calculul distanțelor liniare a_1, a_2 și b_1, b_2 , pe direcția longitudinii și, respectiv, a latitudinii, dintre pozițiile succesive ale camerei video C.V. și, respectiv, dintre acestea și ținta T vizată, se ține seama însă și de faptul că, folosind un sistem de stereofotogrametrie ce 33
permite vizarea unor obiective care sunt situate la distanțe de până la 200...300 m de vehiculul laborator V.L., se poate adopta ipoteza de aproximare a globului terestru, cu o 35
sferă echivalentă cu raza $R = 6367,472$ km. 37

Astfel, pe baza schemei din fig. 18, în care se prezintă modul de poziționare a unei ținte T, pe o sferă echivalentă a globului terestru, distanțele liniare sus-menționate se pot 39
calcula pe baza diferențelor de coordonate unghiulare cu ajutorul unui set de ecuații de forma: 41

$$a[\text{metri}] = \frac{\Delta\lambda[\text{min}]}{360 \times 60} \cdot 2\pi \cdot r[\text{metri}], \text{ pentru distanțele pe direcția longitudinii } \lambda; \quad 43$$

RO 126294 B1

$$b[\text{metri}] = \frac{\Delta \varphi[\text{min}]}{360 \times 60} \cdot 2\pi \cdot R[\text{metri}], \text{ pentru distanțele pe direcția latitudinii } \varphi;$$

unde:

$$r = R \cdot \cos \varphi \quad (14).$$

De asemenea, mai trebuie precizat faptul că pentru a realiza o poziționare de înaltă precizie, în coordonate geografice, a țintelor vizate, este necesar să se țină seama și de faptul că, așa după cum se prezintă în fig. 2, axa z_C a sistemului de coordonate al camerei video C.V. este deplasată față de axa z_V''' a vehiculului laborator V.L., de-a lungul axei x_V''' a acestuia, pe platforma de montaj PI., cu distanța de montaj "m" dintre antena GPS și camera video C.V.

Din acest motiv, coordonatele geografice, $\lambda_{1_V}, \varphi_{1_V}$ și $\lambda_{2_V}, \varphi_{2_V}$ care sunt furnizate în mod direct de către sistemul GPS pentru locațiile antenei GPS, diferă de coordonatele geografice, λ_1, φ_1 și λ_2, φ_2 corespunzătoare celor două poziții succesive ale camerei video C.V., astfel că acestea din urmă, în situațiile în care cerințele pentru o precizie maximă o impun, trebuie să fie corectate cu valorile:

$$\Delta \lambda_{1_m} [\text{min}] = \frac{360 \times 60 \times m[\text{metri}] \times \cos \Psi_1}{2\pi R \times \cos \varphi_1} \quad (15)$$

$$\Delta \varphi_{1_m} [\text{min}] = \frac{360 \times 60 \times m[\text{metri}] \times \sin \Psi_1}{2\pi R}$$

și respectiv:

$$\Delta \lambda_{2_m} [\text{min}] = \frac{360 \times 60 \times m[\text{metri}] \times \cos \Psi_2}{2\pi R \times \cos \varphi_2} \quad (16)$$

$$\Delta \varphi_{2_m} [\text{min}] = \frac{360 \times 60 \times m[\text{metri}] \times \sin \Psi_2}{2\pi R}$$

Ținând seama de aceste ipoteze de calcul, din schema prezentată în fig. 17, în care sunt evidențiate cele două poziții C_1 și C_2 , din care este vizată ținta T, rezultă următoarele expresii pentru unghiurile corespunzătoare de azimut Ψ_{T_1} , și respectiv, Ψ_{T_2} ale acesteia;

$$\tan \Psi_{T_1} = \frac{\Delta \lambda_{1,T}}{\Delta \varphi_{1,2} + \Delta \varphi_{2,T}} \cdot \cos(\varphi_2 + \Delta \varphi_{2,T})$$

$$\tan \Psi_{T_2} = \frac{\Delta \lambda_{1,2} + \Delta \lambda_{1,T}}{\Delta \varphi_{2,T}} \cdot \cos(\varphi_2 + \Delta \varphi_{2,T})$$

Din aceste două expresii se obține următoarea relație implicită de calcul a diferenței unghiulare de longitudine $\Delta \varphi_{2,T}$:

$$\Delta \varphi_{2,T} = \frac{\Delta \varphi_{1,2} \cdot \tan \Psi_{T_1} + \Delta \lambda_{1,2} \cdot \cos(\varphi_2 + \Delta \varphi_{2,T})}{\tan \Psi_{T_2} - \tan \Psi_{T_1}}$$

și în continuare:

$$\varphi_T = \varphi_2 + \Delta \varphi_{2,T} \quad (17)$$

RO 126294 B1

Cu valoarea determinată în acest mod a diferenței unghiulare $\Delta \varphi_{2,T}$, se poate
calcula acum și valoarea diferenței unghiulare de latitudine $\Delta \lambda_{1,T}$ cu una dintre
următoarele două relații explicite de calcul:

$$\Delta \lambda_{1,T} = \frac{\tan \Psi_{T_1}}{\cos(\varphi_2 + \Delta \varphi_{2,T})} \cdot (\Delta \varphi_{1,2} + \Delta \varphi_{2,T})$$

sau

$$\Delta \lambda_{1,T} = \frac{\tan \Psi_{T_2}}{\cos(\varphi_2 + \Delta \varphi_{2,T})} \cdot \Delta \varphi_{2,T} - \Delta \lambda_{1,2}$$

și în continuare:

$$\lambda_T = \lambda_1 + \Delta \lambda_{1,T} \quad (18)$$

Din ecuațiile de mai sus se remarcă faptul că diferențele de coordonate, $\Delta \lambda_{1,T}$ și $\Delta \varphi_{2,T}$,
ale țintei **T** nu pot fi determinate atunci când între unghiurile de azimut există relația:
 $\Psi_{T_1} = \Psi_{T_2}$. Această situație se întâmplă, atunci când se utilizează o singură cameră video

C.V. orientată pe direcția de deplasare a vehiculului **V.L.**, iar ținta **T** se menține în planul
vertical al camerei video **C.V.** în tot timpul deplasării vehiculului laborator **V.L.**.

Oricum, după obținerea în modul prezentat a coordonatelor unghiulare, λ_T și φ_T , ale
țintei, în continuare se pot calcula și distanțele liniare marcate în fig. 17 și anume: \mathbf{a}_1 , \mathbf{a}_2 și
 \mathbf{b}_1 , \mathbf{b}_2 , pe direcția longitudinii, și respectiv, a latitudinii, dintre pozițiile succesive ale camerei
video **C.V.** și respectiv dintre acestea și ținta **T**, vizată, cu relațiile:

$$a_1 = \frac{\Delta \lambda_{1,T}}{360 \times 60} \cdot 2\pi \cdot R \cdot \cos \varphi_T; \quad a_2 = \frac{\Delta \lambda_{1,2}}{360 \times 60} \cdot 2\pi \cdot R \cdot \cos \varphi_T$$

$$b_1 = \frac{\Delta \varphi_{1,2}}{360 \times 60} \cdot 2\pi \cdot R; \quad b_2 = \frac{\Delta \varphi_{2,T}}{360 \times 60} \cdot 2\pi \cdot R$$

Pe această bază, se pot calcula distanțele directe dintre obiectivul de interes **T** vizat
și pozițiile **C₁** și **C₂**, ale camerei video **C.V.**, cu ajutorul relațiilor:

$$C_1 T = \sqrt{a_1^2 + (b_1 + b_2)^2} \quad \text{și} \quad C_2 T = \sqrt{(a_1 + a_2)^2 + b_2^2} \quad (20)$$

De asemenea, conform schemei prezentate în fig. 19, se poate calcula și înălțimea
h a țintei **T**, în raport cu planul orizontal **P.O.** al elipsoidului de referință, cu una dintre
relațiile:

$$h_T = h_{C_1} + C_1 T \cdot \tan \Delta \Theta_{T_1} \quad \text{sau} \quad h_T = h_{C_2} + C_2 T \cdot \tan \Delta \Theta_{T_2} \quad (21)$$

RO 126294 B1

1 în care s-au introdus relațiile:

$$\Delta\Theta_{T_1} = \Theta_{T_1} - \Theta_1; \Delta\Theta_{T_2} = \Theta_{T_2} - \Theta_2,$$

3 în care unghiurile de tangaj Θ_1 și Θ_2 , ale vehiculului laborator V.L. sunt determinate, în mod direct, de către unitatea de navigație inerțială INS.

5 În concluzie, se apreciază că principalul avantaj al sistemului și procedeeului conform
7 invenției este constituit de faptul că prin mărirea distanței de bază dintre locațiile de preluare
9 a două imagini succesive ale aceleiași ținte, se măresc practic de câteva ori și distanțele
11 măsurabile până la ținta respectivă, dacă se au în vedere valorile uzuale ale distanțelor de
13 măsurare aplicabile în cazul sistemelor de stereometrie bazate pe utilizarea unor perechi de
camere video C.V.. În cazul sistemului monocameral conform invenției, distanțele măsurabile
15 până la țintă sunt limitate în principal numai de rezoluția obiectivului optic al camerei video
C.V.. La aceasta contribuie și faptul că în acest caz, pe ecranul monitorului de control se vor
17 forma, în loc de două imagini alăturate, o singură imagine care va prezenta astfel o rezoluție
sporită.

Creșterea distanței de măsurare a sistemului de stereometrie monocameral până la
valori de ordinul a 200 - 300 m, face ca acest sistem să devină concurențial pentru
echipamentele optice de topometrie, de tip " stații totale" (*total station*), mai ales dacă se are
în vedere și mobilitatea de care dispune sistemul de stereometrie ambarcat.

RO 126294 B1

Revendicări

	1
1. Sistem mobil de cartare a unor obiective situate la distanțe mari de căile de acces rutiere, cuprinzând:	3
- o cameră video (C.V.), digitală, montată, sub unghiuri de deviație și de înălțare cu valori fixe, predeterminate, pe o platformă (PI.) dispusă pe capota unui vehicul laborator (V.L.), aflat în deplasare continuă pe o cale de acces rutieră, cameră video (C.V.), montată la nivelul platformei (PI.), astfel încât obiectivul optic al camerei video (C.V.) să fie orientat spre o parte laterală a vehiculului laborator (V.L.), pentru a permite achiziția, în mod automat, de imagini succesive, din teren, în zona unui obiectiv de interes, concretizat într-o țintă (T) vizată, situată la mare depărtare de calea de acces rutieră;	5
- o unitate de navigație inerțială (INS), instalată în cadrul vehiculului laborator (V.L.), pentru achiziția de date, din teren, date reprezentând valorile unghiurilor absolute de orientare în spațiu, ale camerei video (C.V.) și ale vehiculului laborator (V.L.);	7
- un receptor (GPS) cu dublă frecvență, instalat în cadrul vehiculului laborator (V.L.), pentru comanda declanșării camerei video (C.V.), receptorul (GPS) cu dublă frecvență fiind conectat, printr-un cuplaj strâns, cu unitatea de navigație inerțială (INS), prin intermediul unui element de interfațare pentru tehnologia SPAN;	9
- o antenă (Ant. GPS) aferentă receptorului (GPS) cu dublă frecvență, menționat, montată pe platforma (PI.) dispusă pe capota vehiculului laborator (V.L.), pe axul longitudinal al acestuia;	11
sistem caracterizat prin aceea că, mai cuprinde:	13
- mijloace de marcare imagini, pentru efectuarea marcării imaginilor achiziționate de camera video (C.V.), cu coordonatele geografice ale punctului în care se află vehiculul laborator (V.L.);	15
- o unitate de calcul (Comp.) cu memorie, pentru stocarea de imagini și date, furnizate de către camera video (C.V.) și, respectiv, de către un echipament de poziționare (GPS+INS), care înglobează receptorul (GPS) și unitatea de navigație inerțială (INS);	17
- mijloace de postprocesare imagini, pentru efectuarea unei postprocesări a imaginilor achiziționate și stocate, pentru determinarea coordonatelor pixelilor aferenți imaginii țintei (T) vizate, afișată pe ecranul unității de calcul (Comp.);	19
- mijloace de calcul pentru calcularea coordonatelor geografice și de elevație ale țintei (T) vizate, folosind tehnica triangulației și raportarea la sistemul sferic al coordonatelor terestre.	21
2. Sistem conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, mai cuprinde:	23
- mijloace de conectare unitate de calcul-receptor, pentru conectarea unității de calcul (Comp.) la receptorul (GPS) cu dublă frecvență și mijloace de conectare receptor-rețea, pentru conectarea receptorului (GPS) cu dublă frecvență, la o rețea națională de stații permanente de referință GNSS, pentru furnizarea de date de corecție diferențială, destinate realizării unei poziționări cinematice în timp real, RTK, a sistemului mobil de cartare;	25
- mijloace de conectare unitate de calcul-telefon celular, pentru conectarea unității de calcul (Comp.) la un telefon celular cu funcționare în sistem GSM/GPRS/CDMA, și respectiv, mijloace de conectare unitate de calcul-rețea, pentru conectarea la o rețea de tip Internet, pentru asigurarea legăturii de comunicație cu o stație de bază de referință.	27
3. Procedeu de cartare a unor obiective situate la distanțe mari de căile de acces rutiere, constând în realizarea unei succesiuni de determinări bazate pe efectuarea, în teren, de măsurători și achiziții automate de imagini și de date, caracterizat prin aceea că are în alcătuire următoarele etape:	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

RO 126294 B1

1 - achiziția, în mod automat, de imagini succesive, din teren, în zona unui obiectiv de
interes concretizat într-o țintă (T) vizată, cu ajutorul unei camere video (C.V.), digitală,
3 montată pe un vehicul laborator (V.L.), aflat în deplasare continuă pe o cale de acces rutieră,
în raport cu care ținta (T) vizată se găsește la mare depărtare;

5 - achiziția de date, din teren, cu ajutorul unei unități inerțiale de navigație (INS),
instalată în cadrul vehiculului laborator (V.L.), date reprezentând valorile unghiurilor absolute
7 de orientare în spațiu ale camerei video (C.V.) și ale vehiculului laborator (V.L.), în
momentele de declanșare a camerei video (C.V.), comandată de către un receptor (GPS)
9 performant, instalată în cadrul vehiculului laborator (V.L.), cuplat la unitatea de navigație
inerțială (INS);

11 - marcarea imaginilor achiziționate cu ajutorul camerei video (C.V.), cu coordonatele
geografice ale punctului în care se află vehiculul laborator (V.L.), în momentul preluării
13 respectivelor imagini de către camera video (C.V.), coordonate furnizate de către sistemul
GPS;

15 - stocarea, în memoria unei unități de calcul (Comp.), a imaginilor marcate cu
coordonate geografice, împreună cu datele furnizate de către unitatea de navigație inerțială
17 (INS), date achiziționate în momentele de declanșare a camerei video (C.V.), digitale, de
către sistemul GPS;

19 - postprocesarea imaginilor achiziționate și stocate, prin selectarea electronică a două
imagini, succesive sau nu, în care ținta (T) vizată este evidențiată, în mod corespunzător, pe
21 un ecran aferent unității de calcul (Comp.), și prin determinarea coordonatelor pixelilor
aferenți imaginii țintei (T) vizate, afișate pe respectivul ecran al unității de calcul (Comp.);

23 - calcularea coordonatelor geografice și de elevație ale țintei (T) vizate, cu ajutorul
coordonatelor determinate și a datelor stocate, aferente imaginilor selectate, folosind tehnica
25 triangulației și raportarea la sistemul sferic al coordonatelor terestre.

27 4. Procedeu conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că acesta cuprinde**
implementarea unui algoritm de calcul în două faze:

29 i. o primă fază de realizare măsurători și de determinare parametri, reprezentând
valorile unghiurilor absolute de poziție (Ψ_T, Θ_T, Φ_T) ale țintei (T) vizate, în raport cu punctul
în care se află camera video (C.V.), la momentul la care a fost achiziționată imaginea
31 respectivă;

33 ii. o a doua fază de realizare măsurători și de determinare parametri, reprezentând
coordonatele geografice ale țintei (T) vizate, în latitudine și în longitudine, în planul orizontal
al elipsoidului terestru de referință, prin aplicarea tehnicii triangulației asupra valorilor
35 unghiurilor de poziție și, respectiv, de azimut (Ψ_{T_1} și, respectiv, Ψ_{T_2}), ale țintei (T) vizate,
unghiuri determinate în raport cu direcția nord (N) a meridianului magnetic local și care
37 corespund la două poziții diferite (Poz.1 și, respectiv, Poz.2) ale vehiculului laborator (V.L.),
cea de-a doua fază cuprinzând combinarea determinărilor de coordonate unghiulare
39 absolute ($\Psi_{T_1}, \Theta_{T_1}, \Phi_{T_1}$, și respectiv, $\Psi_{T_2}, \Theta_{T_2}, \Phi_{T_2}$), ale țintei (T) vizate, determinări și
calculare efectuate pentru două poziții (C₁ și, respectiv, C₂) diferite ale camerei video (C.V.),
41 poziții rezultate în urma deplasării vehiculului laborator (V.L.) cu o distanță care reprezintă
baza de măsurare (BM), în limitele căreia, ținta (T) vizată se menține în câmpul de vedere
43 al camerei video (C.V.).

45 5. Procedeu conform revendicării 4, **caracterizat prin aceea că prima fază i., de**
realizare măsurători și de determinare parametri, cuprinde următoarele subetape de
determinări și calcule:

RO 126294 B1

- a. achiziția valorilor unghiurilor absolute de azimut (Ψ), de tangaj (Θ) și de ruliu (Φ) ale vehiculului laborator (V.L.), valori determinate în planul orizontal al elipsoidului terestru de referință și furnizate în mod continuu de către unitatea de navigație inerțială (INS), instalată în cadrul vehiculului laborator (V.L.);
- b. stabilirea, pentru fiecare tip de aplicație, a unui sistem de cartare corespunzător, în funcție și de tipul țintelor (T) vizate în teren, care se urmăresc a fi poziționate, a unui set corespunzător de valori de montaj, fixe și riguros determinate, ale unghiurilor de pozare în rotație (Ψ_c) și, respectiv, în înclinare (Θ_c), ale axei optice a camerei video (C.V.), în raport cu sistemul propriu de coordonate (x_V''', y_V''', z_V''') al vehiculului laborator (V.L.);
- c. stabilirea, în regim de postprocesare date obținute în etapa de achiziție date, în teren, a unghiurilor de deviație (ψ_p și, respectiv, θ_p), pe laterală și, respectiv, pe verticală, ale direcției (z_T) a țintei (T) vizate, în raport cu direcția axei optice centrale (z_C'') a camerei video (C.V.), utilizând un algoritm de calcul care permite determinarea valorilor unghiurilor de deviație (ψ_p și θ_p), menționate, pe baza coordonatelor rectangulare, exprimate în număr de pixeli (n_x și n_y), aferente pixelului (T') care marchează ținta (T) vizată, pe suprafața senzorului fotoelectric liniar (CCD) al camerei video (C.V.);
- d. integrarea unghiurilor de deviație (ψ_p și θ_p) ale direcției obiectivului de interes (T) în sistemul general de coordonate, ținând seama de faptul că unghiul de deviație (ψ_p), pe laterală, al direcției (z_T) țintei (T) vizate se obține prin rotirea în sens direct a sistemului de coordonate (x_C'', y_C'', z_C'') al camerei video (C.V.), în plan orizontal, cu valoarea necesară pentru a aduce axa optică centrală de vizare (x_C'') în planul vertical al țintei (T) vizate, iar unghiul de deviație (θ_p), pe verticală, al direcției (z_T) țintei (T) vizate se obține prin rotirea în continuare, în sens direct, în plan vertical, a noului sistem de coordonate (x_p', y_p', z_p'), rezultat, în jurul axei sale orizontale (x_p'), cu valoarea necesară, pentru a aduce axa optică centrală de vizare (x_C'') a camerei video (C.V.) pe direcția (z_T) a țintei (T) vizate;
- e. definirea unghiurilor absolute de poziție (Ψ_T , Θ_T și Φ_T) ale țintei (T) vizate, respectiv, a unghiului de azimut (Ψ_T), a unghiului de înălțare (Θ_T) și a unghiului de ruliu (Φ_T), prin care se stabilește direcția țintei (T) vizate, în raport cu un sistem absolut de coordonate, a cărui axă orizontală (z_V) este orientată pe direcția (N) a meridianului magnetic local și a cărui origine este dată de poziția curentă a vehiculului laborator (V.L.), asigurând posibilitatea înscrierii obiectivului de interes (T) în cadrul sistemelor geografice de informare GIS;
- f. integrarea, la nivelul unității de calcul (Comp.), a unghiurilor absolute de poziție (Ψ_T , Θ_T și Φ_T), ale obiectivului de interes (T), realizată prin determinarea prin calcul a valorii respectivelor unghiuri absolute de poziție (Ψ_T , Θ_T și Φ_T), pe baza valorilor unghiulare de rotație, date de unghiul de rotație (Ψ_c), măsurabil în mod direct, ale sistemelor de coordonate aferente vehiculului laborator (V.L.) și, respectiv, de camera video (C.V.), sisteme de coordonate, prin ale căror rotații succesive, se obține suprapunerea pe direcția țintei (T) vizate, determinarea propriu-zisă realizându-se prin egalarea produsului ($[\Phi_T] \cdot [\Theta_T] \cdot [\Psi_T]$) matricelor de definire a unghiurilor absolute (Ψ_T , Θ_T și Φ_T) ale țintei (T) vizate, pe de o parte, cu produsul, în succesiune directă, ($[\Theta_p] \cdot [\psi_p] \cdot [\Theta_c] \cdot [\Psi_c] \cdot [\Phi] \cdot [\Psi]$) al matricelor de definire a

RO 126294 B1

1 unghiurilor de poziție (Ψ , Θ și Φ) ale vehiculului laborator (V.L.), a unghiurilor de montaj (Ψ_c
și Θ_c) al camerei video (C.V.) și a unghiurilor de deviație (ψ_p și θ_p) ale direcției țintei (T)
3 vizate, în raport cu axa optică a camerei video (C.V.) și, în final, prin egalarea elementelor
corespondente din cele două matrice rezultate din produsele respective.

5 6. Procedeu conform revendicării 4, **caracterizat prin aceea că** a doua fază ii, de
realizare măsurători și de determinare parametri, cuprinde următoarele subetape de
7 determinări și calcule:

9 g. determinarea, prin aplicarea tehnicii triangulației, a coordonatelor geografice de
longitudine (λ_T) și de latitudine (ϕ_T) ale țintei (T) vizate, pe baza valorilor (λ_1 , ϕ_1) și (λ_2 , ϕ_2)
coordonatelor geografice, de longitudine și de latitudine, furnizate de către grupul alcătuit
11 dintr-un receptor (GPS) și o unitate de navigație inerțială (INS), pentru două poziții succesive
de vizare (C_1 și, respectiv, C_2), ale camerei video (C.V.), precum și pe baza valorilor
13 unghiurilor de azimut (Ψ_{T_1} și Ψ_{T_2}) ale țintei (T) vizate, valori determinate conform subetapei

f., a procedurii, pentru aceleași două poziții succesive de vizare (C_1 și, respectiv, C_2);

15 h. determinarea, prin aplicarea tehnicii triangulației, pe direcția longitudinii, a distanței
liniare (a_1) dintre poziția de vizare (C_1) și ținta (T) vizată, și a distanței liniare (a_2) dintre
17 pozițiile de vizare (C_1 și C_2), iar pe direcția latitudinii, a distanței liniare (b_1) dintre pozițiile de
vizare (C_1 și C_2), precum și a distanței liniare (b_2) dintre poziția de vizare (C_2) și ținta (T)
19 vizată, pe baza valorilor coordonatelor geografice de longitudine (λ_T) și de latitudine (ϕ_T) ale
țintei (T) vizate, determinate conform subetapei f., a procedurii, precum și a valorii (R)
21 adoptate pentru raza sferei echivalente a globului terestru;

j. determinarea, prin aplicarea tehnicii triangulației, a distanțelor (C_1T și C_2T), directe,
23 dintre ținta (T) vizată și pozițiile de vizare (C_1 și, respectiv, C_2), pe baza distanțelor liniare (a_1 ,
 a_2 și, respectiv, b_1 , b_2), pe direcția longitudinii și, respectiv, a latitudinii, dintre pozițiile de
25 vizare și, respectiv, dintre pozițiile de vizare și ținta (T) vizată;

k. determinarea, prin aplicarea tehnicii triangulației, a înălțimii (h) obiectivului de
27 interes (T) față de planul orizontal (P.O.) al elipsoidului terestru de referință, pe baza valorilor
distanțelor (C_1T și C_2T) directe, dintre obiectivul de interes (T) și pozițiile de vizare (C_1 și,
29 respectiv, C_2) și a valorilor unghiurilor de înălțare (Θ_{T_1} și Ψ_{T_2}) ale obiectivului de interes
(T), valori determinate conform subetapei f. a procedurii, precum și pe baza valorilor
31 unghiurilor de tangaj (Θ_1 și Θ_2) ale vehiculului laborator (V.L.), determinate în mod direct,
pentru aceleași două poziții de vizare (C_1 și, respectiv, C_2), succesive, de către unitatea de
33 navigație inerțială (INS), instalată în cadrul vehiculului laborator (V.L.).

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01);
G01S 5/02 (2006.01);
G01S 13/89 (2006.01);
G01C 15/00 (2006.01);
G01C 21/26 (2006.01)

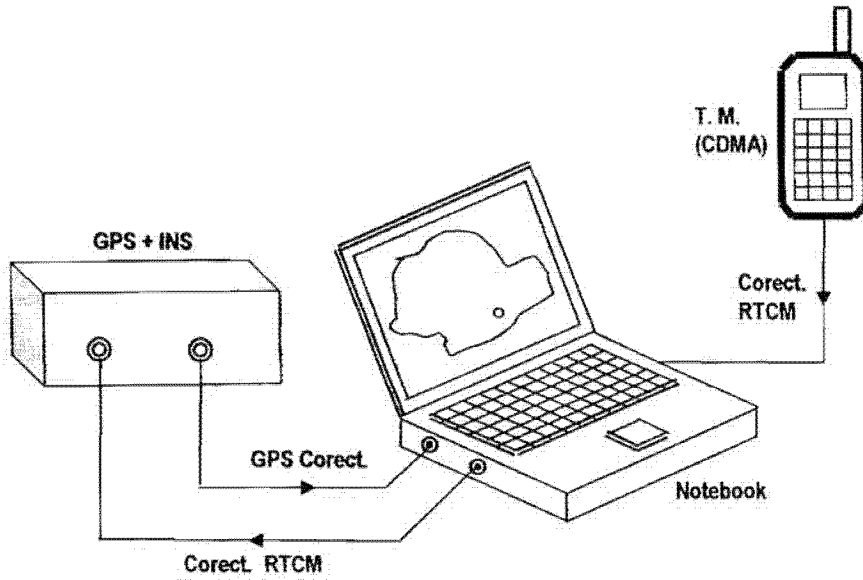


Fig. 1

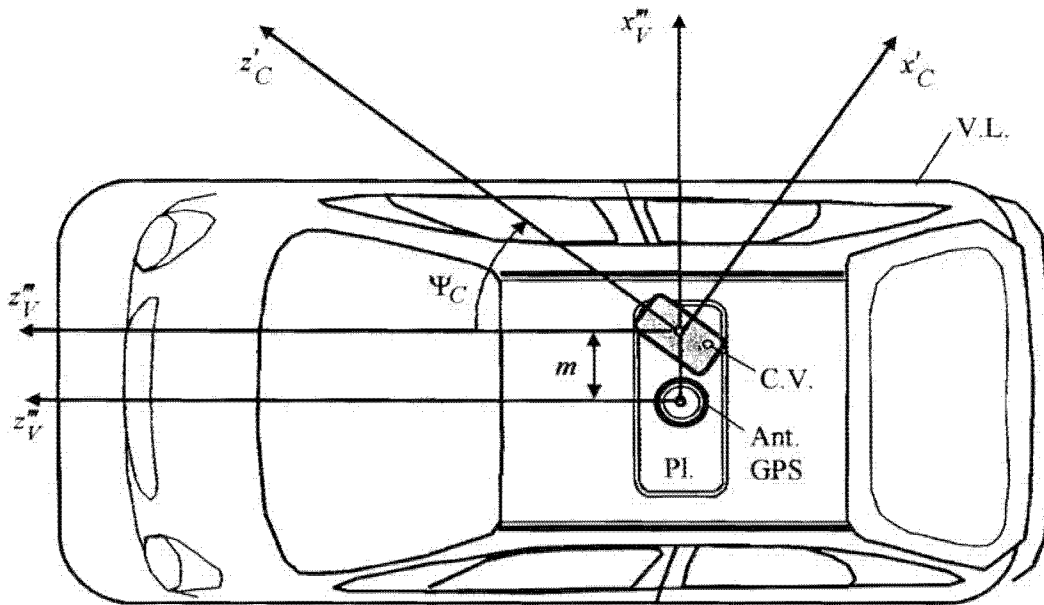


Fig. 2

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01),

G01S 5/02 (2006.01),

G01S 13/89 (2006.01),

G01C 15/00 (2006.01),

G01C 21/26 (2006.01)

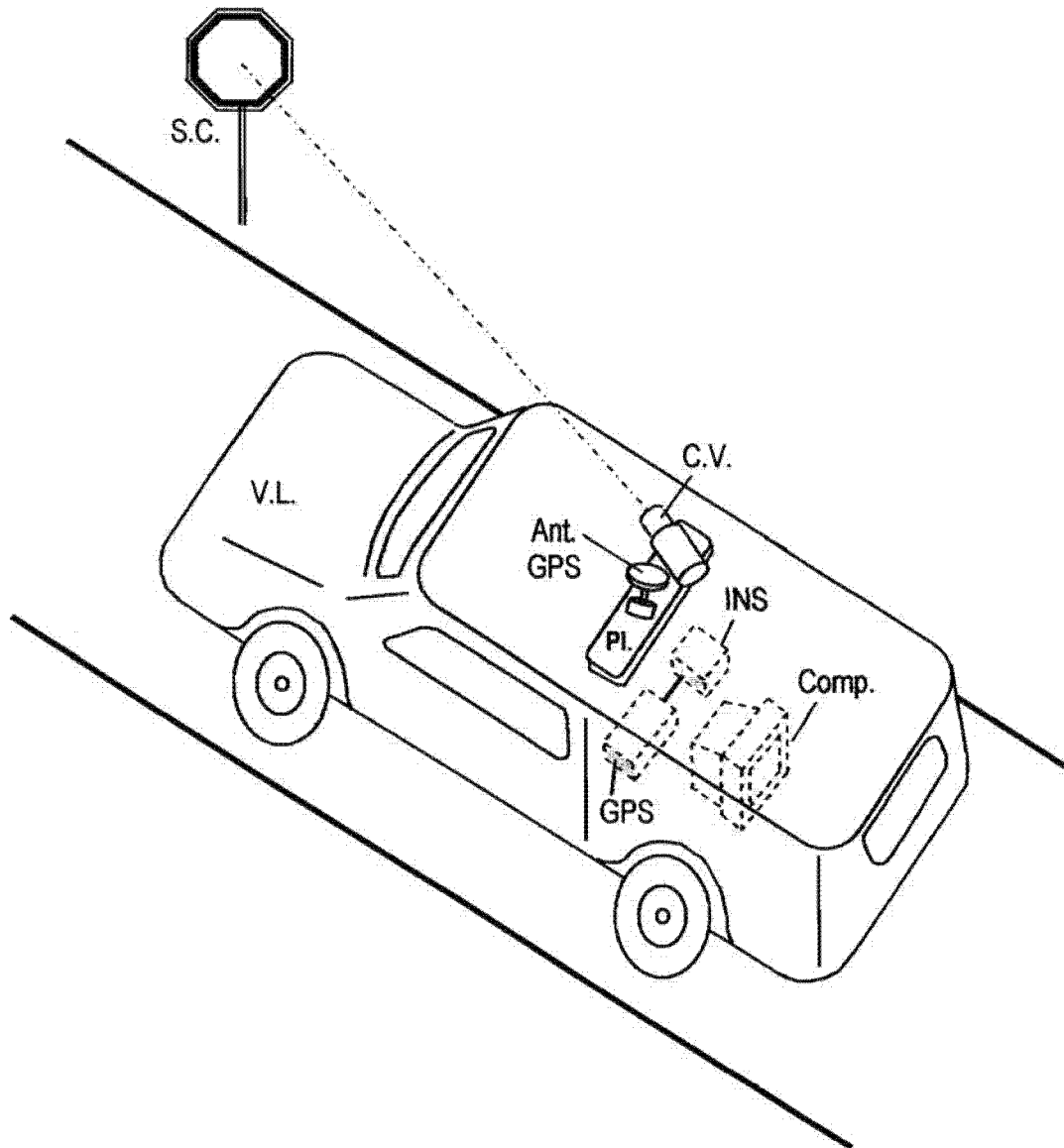


Fig. 3

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01);
G01S 5/02 (2006.01);
G01S 13/89 (2006.01);
G01C 15/00 (2006.01);
G01C 21/26 (2006.01)

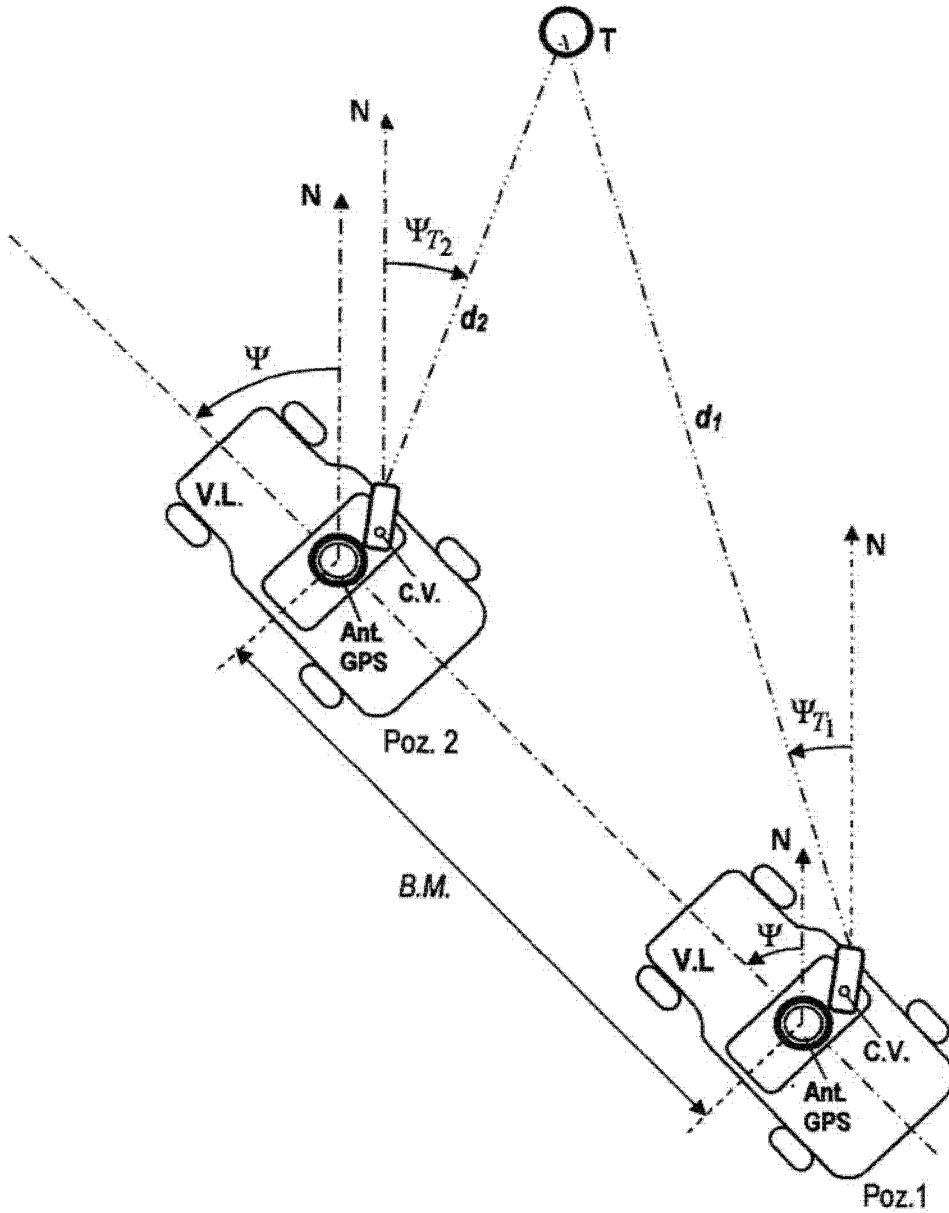


Fig. 4

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01);
G01S 5/02 (2006.01);
G01S 13/89 (2006.01);
G01C 15/00 (2006.01);
G01C 21/26 (2006.01)

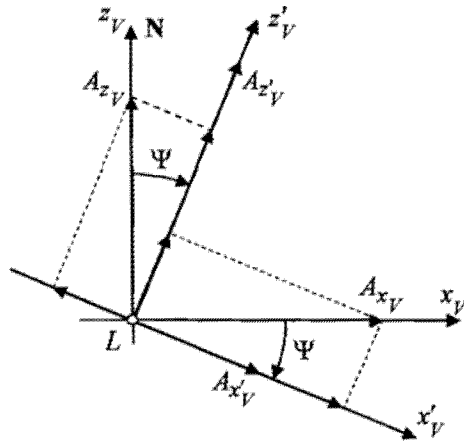


Fig. 5

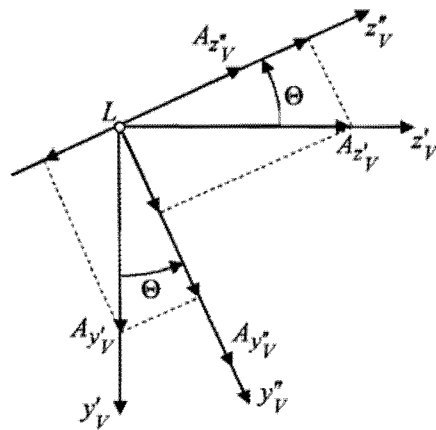


Fig. 6

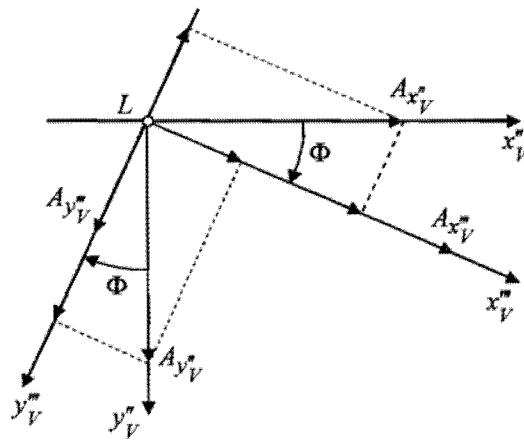


Fig. 7

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01);
G01S 5/02 (2006.01);
G01S 13/89 (2006.01);
G01C 15/00 (2006.01);
G01C 21/26 (2006.01)

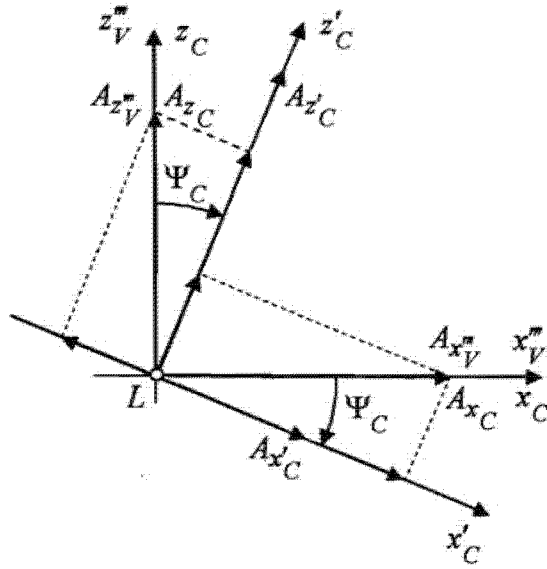


Fig. 8

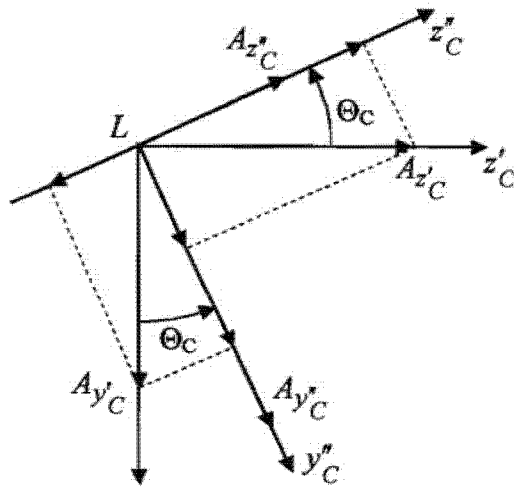


Fig. 9

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01),

G01S 5/02 (2006.01),

G01S 13/89 (2006.01),

G01C 15/00 (2006.01),

G01C 21/26 (2006.01)

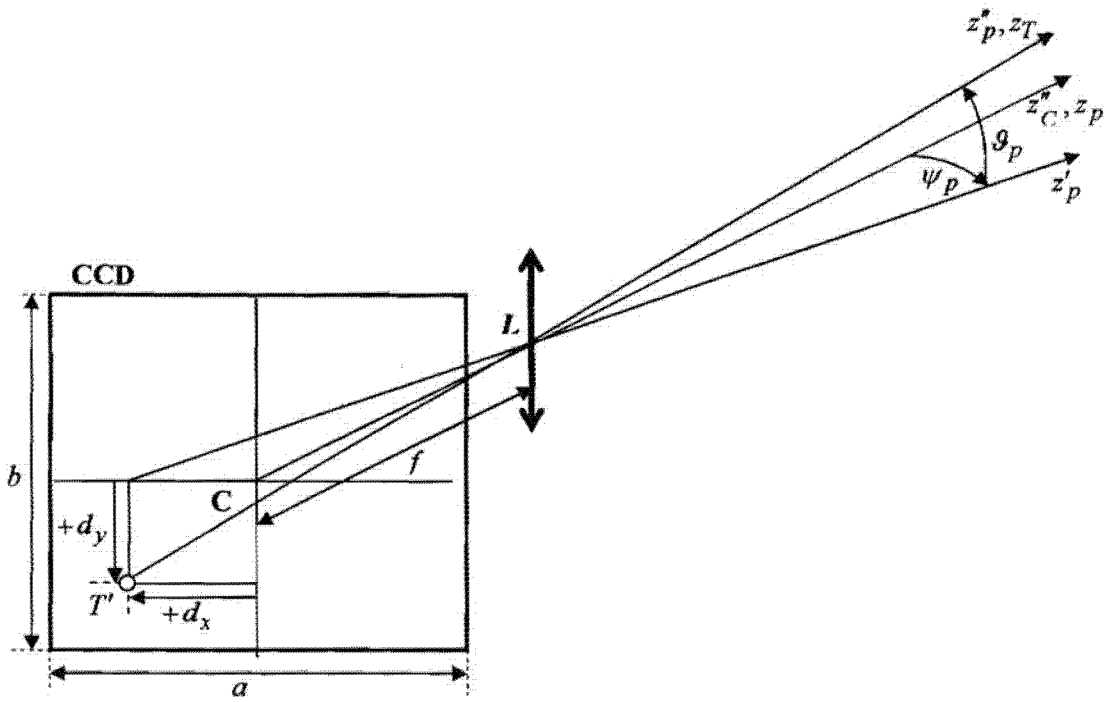


Fig. 10

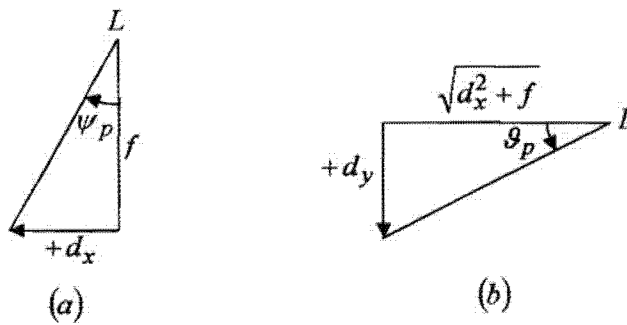


Fig. 11

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01);
G01S 5/02 (2006.01);
G01S 13/89 (2006.01);
G01C 15/00 (2006.01);
G01C 21/26 (2006.01)

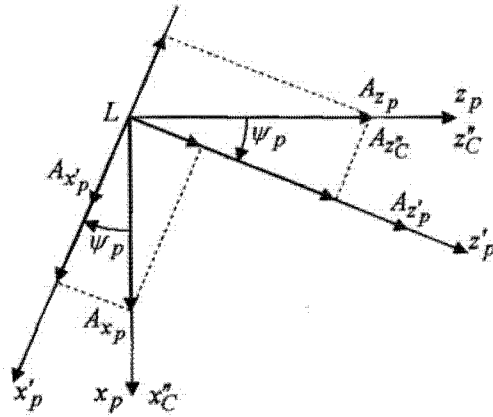


Fig. 12

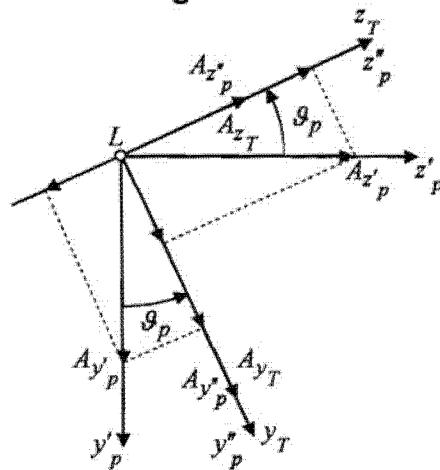


Fig. 13

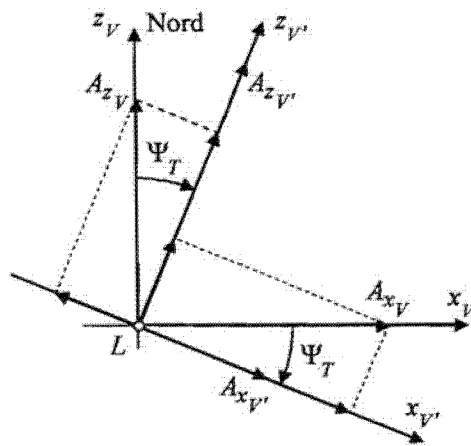


Fig. 14

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01);
G01S 5/02 (2006.01);
G01S 13/89 (2006.01);
G01C 15/00 (2006.01);
G01C 21/26 (2006.01)

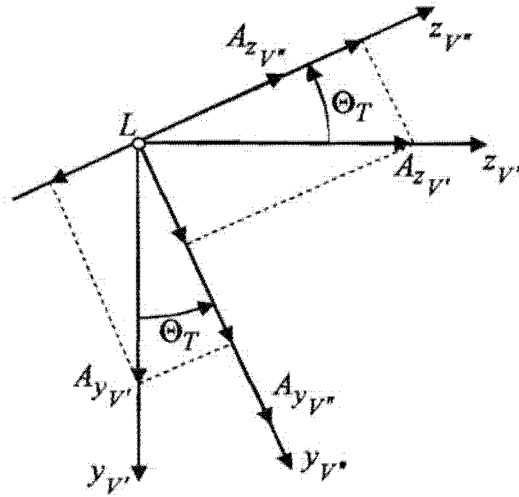


Fig. 15

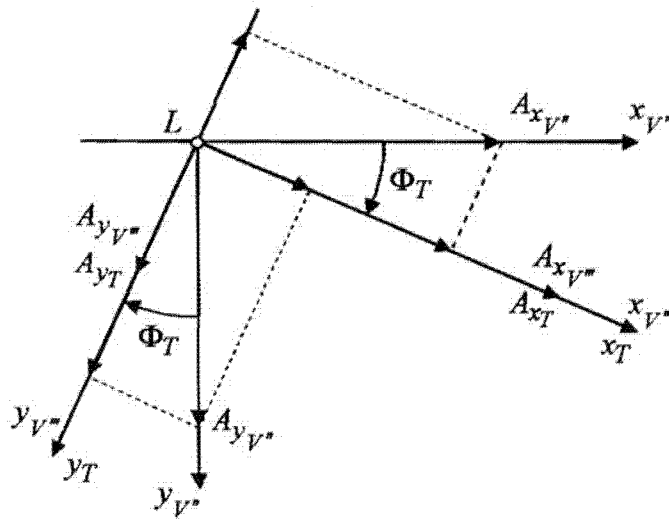


Fig. 16

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01);
G01S 5/02 (2006.01);
G01S 13/89 (2006.01);
G01C 15/00 (2006.01);
G01C 21/26 (2006.01)

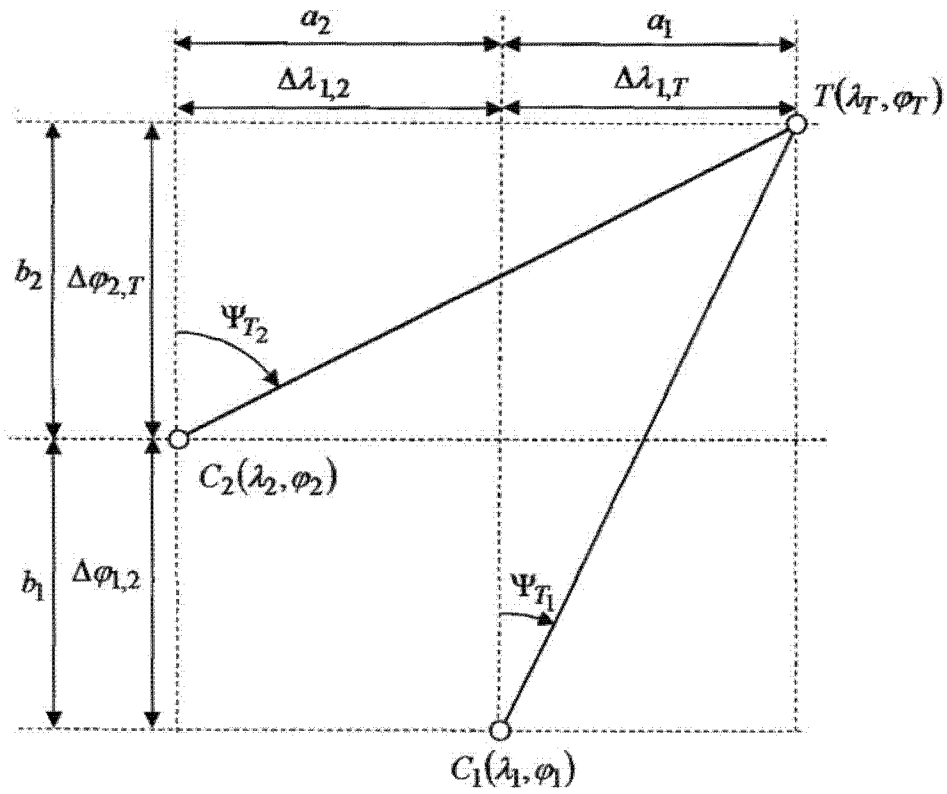


Fig. 17

(51) Int.Cl.

B60P 3/00 (2006.01);

G01S 5/02 (2006.01);

G01S 13/89 (2006.01);

G01C 15/00 (2006.01);

G01C 21/26 (2006.01)

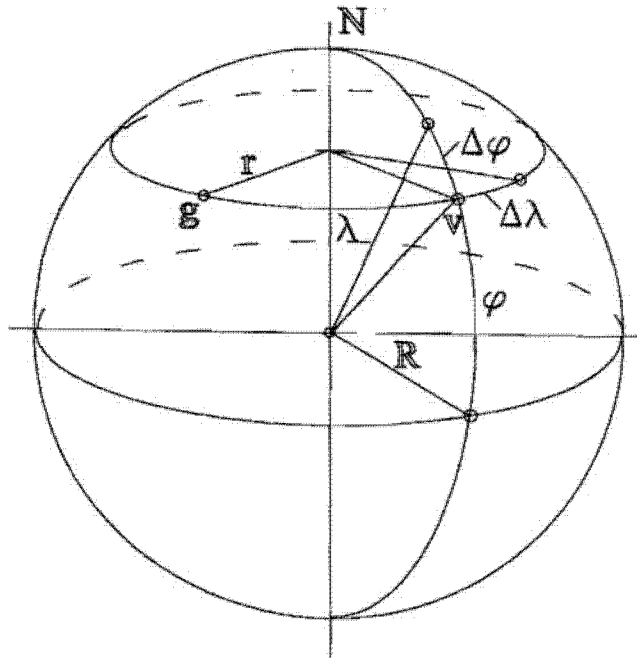


Fig. 18

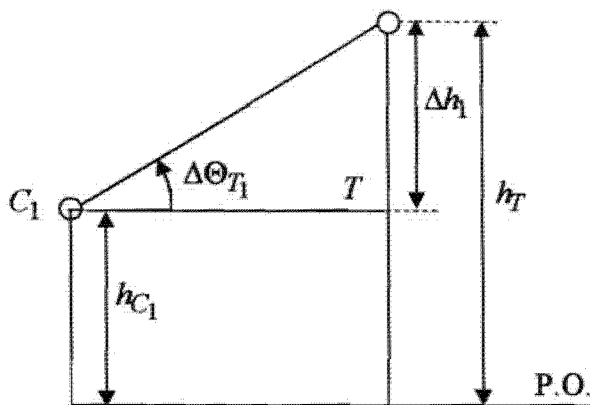


Fig. 19



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 532/2012