



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00368**

(22) Data de depozit: **24/05/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/07/2021** BOPI nr. **7/2021**

(41) Data publicării cererii:
29/11/2019 BOPI nr. **11/2019**

(73) Titular:
• **ACCENTURE GLOBAL SOLUTIONS LIMITED**, 3 GRAND CANAL PLAZA, GRAND CANAL STREET UPPER, DUBLIN 4, IE;
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA**, STR.MEMORANDUMULUI NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• **MILITARU CRISTIAN**, STR. BUCEGI, NR.11A, BL.B, SC.C1, AP.16, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• **TAMAS LEVENTE**, STR.BISERICII ORTODOXE, NR.18, CLUJ-NAPOCA, RO, RO;
• **TOFALVI LASZLO**, STR.FAGULUI 56D/2, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(74) Mandatar:
RATZA ȘI RATZA SRL, B-DUL A.I. CUZA, NR. 52-54, SECTOR 1, BUCUREȘTI

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2017/0372139 A1; US 2005/0149231 A1

(54) **METODĂ DE VIZUALIZARE A TRASEULUI UNUI VEHICUL AUTONOM FOLOSIND REALITATE AUGMENTATĂ**



RO 133736 B1

1 Invenția se referă la o metodă pentru vizualizarea, folosind realitate augmentată, a
traietoriei care va fi urmată de un vehicul autonom. Metoda permite unui utilizator să facă
3 inspecția vizuală a traiectoriei înainte ca aceasta să fie parcursă (sau chiar și când vehiculul
este în mișcare), cu scopul de a asigura bunul demers a operațiunii de transport.

5 În această metodă se utilizează două sisteme din stadiul tehnicii: un vehicul autonom
și un dispozitiv portabil pentru vizualizare prin realitate augmentată.

7 Vehiculul autonom are abilitatea de a se deplasa între două puncte. De exemplu,
vehiculul poate transporta materiale între două mașinării ale unei fabrici. Operatorul încarcă
9 pe vehicul materialele și stabilește destinația. Atunci vehiculul determină o rută pentru a
ajunge la destinație și începe să o parcurgă. Invenția propune îmbunătățirea siguranței
11 personalului și a echipamentului prin permiterea vizualizării traseului înaintea și în timpul
deplasării.

13 Dispozitivul de vizualizare prin realitate augmentată e folosit pentru a suprapune
elemente grafice virtuale pe imagini reale. Dispozitivul are capacitatea de a-și urmări poziția
15 și orientarea pentru a menține nemișcate formele virtuale. Problema generală a aplicațiilor
de realitate augmentată e localizarea elementelor virtuale pe imaginea reală (problemă
17 cunoscută și sub numele de înregistrare - eng. registration). În scenariul curent, ruta
vehiculului există doar sub forma unor coordonate pe hartă. Invenția include o soluție pentru
19 aflarea relației dintre sistemul de referință al hărții și sistemul de referință al dispozitivului de
vizualizare.

21 În **US 2017/0372139 A1**, utilizatorul poate vizualiza traiectoria unui sistem robotic
folosind realitate augmentată pentru a evita coliziuni între operatorii umani și roboți. Robotul
23 virtual este suprapus pe imagine relativ la poziția unui șablon vizual (eng. tracker) sau a unor
puncte de referință, precum robotul real sau alte elemente vizuale din mediu. Aceste puncte
25 de referință sunt detectate folosind procesare de imagini, atât la început cât și în cazul în
care se modifică poziția dispozitivului de afișare. În scenariul invenției de față, nu e validă
27 presupunerea că vor fi vizibile în permanență anumite puncte de referință. Fiind vorba de un
vehicul, spațiul de lucru poate fi mult mai vast, iar traiectoria trebuie să fie vizibilă indiferent
29 de direcția în care utilizatorul îndreaptă dispozitivul de vizualizare. De aceea, în invenția
curentă, legătura între sistemul de coordonate al dispozitivului de afișare și cel al robotului
31 se formează doar la început, spre deosebire de **US 20170372139 A1**, unde legătura e
actualizată în permanență prin detecție de imagini.

33 **US 2005/0149231 A1** prezintă un sistem pentru prelucrarea unui obiect. Operatorul
indică traiectoria pe care robotul să o urmeze. Apoi operatorul poate vizualiza rezultatul
35 prelucrării într-o simulare, folosind realitate augmentată. Coordonatele punctelor cheie sunt
determinate cu ajutorul unui dispozitiv indicator, și sunt exprimate în sistemul de referință al
37 obiectului. Pentru vizualizare, poziția și orientarea obiectului sunt urmărite prin detecție de
imagini. Punctele virtuale sunt înregistrate pe imaginea reală prin transformarea
39 coordonatelor din sistemul de referință al obiectului în sistemul de coordonate al dispozi-
tivului de afișare. Transformarea este posibilă datorită urmăririi poziției și orientării obiectului
41 prin detecția de imagini. În invenția curentă nu există această opțiune, deoarece imaginea
reală nu va conține în permanență un obiect de referință. De asemenea, metoda curentă
43 este mai dinamică, utilizatorul putând urmări traseul în timp real pe măsură ce vehiculul îl
parcurge.

45 În alte metode, aplicația afișează traiectoria de ghidaj, adică ruta pe care el/ea ar
trebui să o urmeze pentru a ajunge la o destinație. Traiectoria este calculată folosind o hartă
47 (reprezentare digitală a mediului), care poate fi predefinită (**US 20170193705 A1** și
US 20160284125 A1), sau creată de un robot cu senzori (**KR 101319526 B1**). Invenția

RO 133736 B1

curentă diferă de cele menționate prin scopul ei, și anume vizualizarea traiectoriei pe care vehiculul autonom o va urma folosind realitate augmentată. Alte invenții permit vizualizarea căii vehiculului, dar fără a utiliza tehnici de realitate augmentată (**IL 191813 A**, **US 20100241289 A1**), sau folosesc realitatea augmentată pentru alte funcționalități (**US 2017132839 A1**). Folosind tehnici de vizualizare pur virtuale, se poate observa doar reprezentarea digitală a mediului, fără a fi suprapusă pe imaginea reală.

Un vehicul autonom este un vehicul capabil de a interacționa cu mediul și de a se deplasa singur în spațiul de lucru pentru realizarea unor sarcini.

În categoria vehiculelor autonome pot fi incluse și vehiculele ghidate automat (AGV- Automatic Guided Vehicle) utilizate în logistică industrială pentru operații de aprovizionare, transfer și depozitare de materii prime, semifabricate și produse finite.

Conceptul de vehicul autonom se extinde și la automobile. Societatea Inginerilor de Autovehicule (SAE - Society of Automotive Engineers) a definit șase niveluri de automatizarea conducerii autovehiculelor, de la nivelul "0" în care șoferul se ocupă de tot, la nivelul "5" în care mașina poate prelua complet comanda, în orice scenariu de condus. În cazul acestui ultim nivel mașina este complet autonomă, iar șoferul poate să lipsească. Între cele două nivele extreme de automatizare există alte patru nivele intermediare în care prezența șoferului este necesară în anumite scenarii de conducere.

Indiferent că este vorba de un vehicul autonom utilizat în aplicație de logistică industrială, în agricultură sau o mașină autonomă, există cazuri în care utilizatorul (un operator uman) dorește să vizualizeze traiectoria pe care se va deplasa vehiculul și deplasarea acestuia pe traiectorie.

Într-o aplicație de logistică industrială, vehiculele autonome au sarcini de lucru care impun deplasarea pe diferite trasee (traiectorii). Vizualizarea deplasării unui vehicul poate fi redată pe o hartă digitală 2D, dar acest lucru este mai dificil de înțeles pentru un nespecialist în programarea acestora. Dacă o persoană are alte sarcini și se află în mediul industrial în care operează aceste vehicule, nu va putea ști traiectoria acestor vehicule și pe unde ar putea fi. Ori folosind realitatea augmentată pentru suprapunerea traiectoriei digitale peste imaginea reală, utilizatorul prezent în mediul de lucru, va recunoaște și identifică ușor traiectoria și poziția vehiculului.

De asemenea în cazul unei mașini autonome, suprapunerea traiectoriei pe imaginea reală, vine în sprijinul șoferului care trebuie să intervină în anumite scenarii de conducere.

Suprapunerea imaginii digitale peste imaginea reală este deosebit de importantă pentru un utilizator deoarece acesta recunoaște ușor mediul în care vehiculul se mișcă și poate identifica traiectoria pe care acesta o va urma.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este de a oferi unui utilizator o metodă de vizualizare în timp real a traiectoriei unui vehicul autonom, pe care acesta să o poată identifica și percepe repede și ușor în raport cu mediul în care se deplasează vehiculul.

Problema tehnică este rezolvată de această invenție prin vizualizarea traseului unui vehicul autonom, suprapus peste imagini reale (prin realitate augmentată). O dificultate în aplicațiile de acest gen este localizarea coordonatelor virtuale pe imaginea reală. Mai exact, pentru a afișa traiectoria pe ecranul dispozitivului de vizualizare, punctele traiectoriei trebuie exprimate în sistemul de coordonate a dispozitivului. În schimb, punctele traiectoriei sunt cunoscute doar în sistemul de coordonate a vehiculului. Invenția de față cuprinde o metodă de a converti punctele între cele două sisteme.

Metoda de vizualizare a traseului unui vehicul autonom folosind realitate augmentată, conform invenției, integrează două subsisteme: un vehicul autonom care generează și urmărește traiectoria, și un dispozitiv capabil de a afișa informații prin realitate augmentată,

RO 133736 B1

1 folosit de utilizator, iar atunci când vehiculul autonom primește o destinație, calculează
traectoria pe care trebuie să o urmeze, apoi o convertește în sistemul de coordonate al
3 dispozitivului de vizualizare, și o trimite spre dispozitivul de vizualizare care o afișează
suprapusă peste imaginea reală, folosind realitate augmentată, pentru a fi inspectată manual
5 de utilizator.

Pentru aplicarea metodei, în primul rând, este necesară conversia traiectoriei
7 vehiculului din sistemul de coordonate al vehiculului în sistemul de coordonate al
dispozitivului cu capabilități de realitate augmentată, iar apoi vizualizarea traiectoriei astfel
9 obținute în timp real.

Ideea inovatoare iese în evidență prin faptul că este ușor utilizabilă, deoarece
11 prezintă traiectoria suprapusă pe imagini reale, creând o legătură între mediul virtual și cel
real. De asemenea, în soluție se folosesc tehnici avansate de estimare a poziției relative
13 între diferite sisteme de coordonate (reale și virtuale). Această estimare permite dispozitivului
să afișeze punctele traiectoriei în locațiile potrivite pe imaginea reală.

15 Se pot folosi metode din stadiul tehnicii pentru:

- 17 - urmărirea locației vehiculului și a dispozitivului de afișare;
- 17 - determinarea traiectoriei vehiculului și deplasarea între 2 puncte de pe hartă;
- 17 - suprapunerea traiectoriei virtuale pe imaginea reală;
- 19 - operații de bază pe transformări între sisteme de coordonate.

Exemplul preferat de realizare a metodei, din care reies alte avantaje și caracteristici,
21 este prezentat în figurile următoare:

- 23 - fig. 1, dispozitivul de vizualizare, afișând ruta vehiculului;
- 23 - fig. 2, harta (reprezentarea digitală a mediului) vehiculului autonom, folosită pentru
planificarea rutei;
- 25 - fig. 3, legăturile dintre sistemele de coordonate pe parcursul etapei de estimare a
transformării;
- 27 - fig. 4, transformarea coordonatelor între două sisteme;
- 27 - fig. 5, sistemele de referință și de coordonate ale vehiculului autonom și ale
29 dispozitivului de vizualizare;
- 29 - fig. 6, diagrama pașilor etapei de estimare a transformării;
- 31 - fig. 7, diagrama pașilor etapei de parcurgere a traseului.

În fig. 1, se observă cele două sisteme folosite: robotul TurtleBot2 care are rolul de
33 vehicul autonom **1** și smartphone-ul Lenovo Phab2 Pro ca dispozitiv mobil de vizualizare **2**.
În alte exemple se pot folosi alte tipuri de vehicul autonom cu tehnologii pentru: urmărirea
35 poziției și orientării, planificarea rutelor, deplasarea pe aceste rute și comunicarea prin rețea.
De asemenea, în alte exemple se poate alege alt dispozitiv de vizualizare prin realitate
37 augmentată care oferă: urmărirea poziției și orientării, suprapunerea unor elemente virtuale
pe imagini reale și comunicare prin rețea. Comunicarea între cele două sisteme se
39 realizează printr-o rețea fără fir, folosind cadrul software (eng. framework) Robot Operating
System (ROS). De asemenea, fig. 1 prezintă ruta **4** formată din puncte cheie **4a** și **4b** pe
41 care vehiculul o va urma.

În fig. 2, se ilustrează un exemplu de hartă (reprezentare digitală) a mediului
43 înconjurător vehiculului autonom **1**. Harta conține obstacole (zonele de culoare închisă), pe
care vehiculul le ia în considerare în calcularea rutei **4** spre o destinație **3**. În acest exemplu,
45 s-au folosit mai multe biblioteci din cadrul software Robot Operating System (ROS: gmapping
pentru crearea hărții; move_base pentru determinarea rutelor și deplasarea; AMCL
47 (Advanced Monte Carlo Localization) pentru urmărirea vehiculului (determinarea poziției și
orientării pe hartă).

RO 133736 B1

Fig. 3 arată un exemplu de așezare a dispozitivului de vizualizare **2** în raport cu vehiculul pentru aflarea transformării $T_{\text{RefDispozitiv_RefVehicul}}$. Coordonatele punctelor cheie **4a, 4b** sunt exprimate, inițial, în sistemul de referință al vehiculului autonom **5**, iar, pentru a fi vizualizate, trebuie convertite în sistemul de referință al dispozitivului de vizualizare **6**. Pentru a face această conversie, este necesară funcția de transformare **7** dintre cele două sisteme.

Un punct fix în spațiu va avea coordonate diferite atunci când se raportează la două sisteme de coordonate diferite. Dacă se cunosc coordonatele punctului într-un sistem de coordonate și relația dintre cele două sisteme, printr-o funcție de transformare **7**, în sine cunoscută în literatura de specialitate, se pot afla coordonatele punctului în celălalt sistem de coordonate.

Soluția inovatoare pentru aflarea transformării începe prin alegerea unei poziții relative la vehiculul **1** unde să fie plasat dispozitivul de vizualizare **2**. În exemplul acesta, poziția prestabilită a dispozitivului **2** este pe vehiculul **1**, în centru, orientat paralel cu direcția de mers. Transformarea $T_{\text{Dispozitiv_Vehicul}}$, între sistemele **8** și **9**, se poate măsura: translația prin distanțele, pe fiecare axă, de la centrul dispozitivului de vizualizare până la baza robotului, iar rotația va consta doar în rotiri de 90° , 180° sau 270° în jurul uneia sau mai multor axe, deoarece axele sistemelor **8** și **9** sunt paralele.

Transformarea $T_{\text{Vehicul_RefVehicul}}$, între **5** și **9**, reiese din biblioteca de urmărire a vehiculului (AMCL).

Transformarea $T_{\text{Dispozitiv_RefDispozitiv}}$, între **6** și **8**, reiese din biblioteca de urmărire a dispozitivului (Google Tango SDK).

Reamintim expresia pentru aflarea transformării $T_{\text{RefDispozitiv_RefVehicul}} \cdot T_{\text{RefDispozitiv_Dispozitiv}} \cdot T_{\text{Dispozitiv_Vehicul}} \cdot T_{\text{Vehicul_RefVehicul}}$. Pentru compunerea și inversarea transformărilor se poate folosi biblioteca TF din cadrul software ROS.

În stadiul tehnicii, o transformare (sau funcție de transformare) între două sisteme de coordonate e alcătuită din translație (deplasare) și rotație (fig. 4). De obicei se reprezintă în formă matriceală. Transformările sunt folosite atât pentru conversia coordonatelor oricărui punct între sisteme, cât și pentru a reprezenta poziția și orientarea unui obiect (e.g. locația vehiculului pe hartă).

Transformarea din sistemul B în A se notează cu T_{AB} . Similar, poziția și orientarea obiectului A în raport cu sistemul L se e exprimată tot prin T_{AB} (presupunând că pentru obiectul A s-a stabilit un sistem de referință, prin convenție). Operațiile uzuale sunt:

- înmulțirea (compunerea): $T_{AB} \cdot T_{BC} = T_{AC}$;

- conversia unui punct: $T_{AB} \cdot \rho_B = \rho_A$, unde ρ_B , ρ_A reprezintă coordonatele punctului ρ în sistemul B, respectiv A;

- inversarea $T_{AB}^{-1} = T_{BA}$

În fig. 5 se pot observa sistemele de coordonate și de referință folosite:

- RefVehicul: Sistemul de referință fix **5**, al vehiculului **1**, este un sistem fix în spațiul de lucru al vehiculului autonom. Sistemul referință fix **5** poate fi stabilit în prealabil sau să fie ales ca poziția și orientarea vehiculului în momentul pornirii sistemului. În realizarea practică s-a folosit o poziție și orientare aleasă în prealabil;

- Vehicul: Sistemul de coordonate mobil **9** al vehiculului **1**, este un sistem de coordonate legat de vehiculul autonom și care se deplasează odată cu acesta. Este stabilit prin convenție: centrul sistemului se află în partea de jos a vehiculului, în centru. Axa OX este îndreptată înainte, în direcția de mers a vehiculului, OY spre stânga, iar OZ în sus. Relația spațială între acest sistem (**9**) și cel de referință (**5**) al vehiculului este urmărită în permanență prin intermediul bibliotecii software AMCL din cadrul ROS;

RO 133736 B1

1 - RefDispozitiv: Sistemul de referință fix **6** al dispozitivului de vizualizare **2** - locația dispozitivului în momentul pornirii aplicației. Din cauză că dispozitivul **2** nu are o hartă a mediului, ci doar măsoară modificarea poziției și orientării, pentru sistemul **6** s-a considerat poziția și orientarea în momentul pornirii sistemului;

5 - Dispozitiv: Sistemul de coordonate mobil **8** al dispozitivului de vizualizare **2**, este un sistem de coordonate legat de dispozitiv și care se deplasează odată cu acesta. Este stabilit prin convenție: centrul sistemului coincide cu centrul spațial al dispozitivului. Orientarea axelor e stabilită după regulile: axa OX este îndreptată spre dreapta, OY spre spatele dispozitivului, iar OZ în sus, în condițiile în care dispozitivul e ținut orizontal (cu latura mai lungă paralelă cu podeaua). Relația spațială între acest sistem **8** și cel de referință **6** al dispozitivului este urmărită în permanență prin intermediul bibliotecii software Google Tango SDK.

Pentru suprapunerea traiectoriei digitale peste harta reala este necesară determinarea transformării între sistemul de referință **5** al vehiculului **1** și cel al dispozitivului de afișare (sistemul de referință **6**).

15 Transformările $T_{\text{Vehicul_RefVehicul}}$ și $T_{\text{Dispozitiv_RefDispozitiv}}$ reprezintă poziția și orientarea vehiculului, respectiva dispozitivului, și pot fi obținute folosind algoritmi de urmărire din stadiul tehnicii.

Pentru a crea o legătură între sistemele de referință, conform invenției, utilizatorul așează dispozitivul de vizualizare într-o locație prestabilită față de vehicul (de exemplu: în fig. 3 e situat pe vehicul). În prealabil, trebuie măsurată translația și rotația (pe fiecare axă) între locația prestabilită (sistemul de coordonate **8**) și sistemul de coordonate al vehiculului **9**, folosind e.g. ruletă și raportor. Pentru a ușura procedura, se recomandă plasarea dispozitivului astfel încât orientarea să fie paralelă axelor sistemului de referință al vehiculului, și cât mai aproape de centrul sistemului. Aceste măsurători formează transformarea $T_{\text{Dispozitiv_Vehicul}}$ care este valabilă doar când dispozitivul se află în locația prestabilită.

În aceste momente, se determină transformarea $T_{\text{RefDispozitiv_RefVehicul}}$, **7** prin compunerea transformărilor:

$$T_{\text{RefDispozitiv_Dispozitiv}} \cdot T_{\text{Dispozitiv_Vehicul}} \cdot T_{\text{Vehicul_RefVehicul}}$$

unde $T_{\text{RefDispozitiv_Dispozitiv}}$ se obține prin inversarea $T_{\text{Dispozitiv_RefDispozitiv}}$.

Fig. 6 și 7 ilustrează pașii metodei de vizualizare. Metoda are două etape: cea de estimare a transformării compuse (bazată pe pașii de calibrare) și etapa de parcurgere a traseului. Pașii sunt comuni realizărilor invenției, doar tehnologiile (bibliotecile) menționate în continuare se referă la un exemplu. Înainte de a parcurge pașii, e necesar să se fi măsurat manual transformarea $T_{\text{Dispozitiv_Vehicul}}$ conform detaliilor de mai sus.

Fig. 6 prezintă activitățile primei etape, cea de estimare a transformării (a poziției relative) din sistemul vehiculului în cel al dispozitivului de vizualizare. Etapa începe cu inițializarea sistemelor de urmărire, atât pentru vehicul cât și pentru dispozitiv. Utilizatorul plasează dispozitivul în poziția prestabilită și notifică sistemul, de exemplu prin apăsarea unui buton pe de pe stația de lucru a vehiculului. Vehiculul colectează transformările rezultate din algoritmi de urmărire (comunicate prin rețea, folosind ROS) și determină transformarea $T_{\text{RefDispozitiv_Refvehicul}}$, **7** în modul descris anterior. Din acest moment, operatorul poate ridica dispozitivul de vizualizare.

Fig. 7 indică pașii etapei de parcurgere a traseului. Aceasta e inițiată de operator, care stabilește destinația **3** vehiculului, folosind stația de lucru a vehiculului care afișează o hartă a spațiului înconjurător (fig. 2). Vehiculul generează o rută **4** pentru a ajunge la destinație. Ruta **4** e alcătuită din mai multe puncte cheie (**4a**, **4b**), din care fiecare e convertit

RO 133736 B1

În sistemul de referință 6 al dispozitivului de vizualizare 2 . Punctele cheie transformate sunt trimise prin rețea, folosind ROS, dispozitivului de vizualizare 2 , după care vehiculul 1 își începe/continuă deplasarea. Deplasarea se realizează treptat: după parcurgerea unei distanțe scurte, vehiculul regenerează traseul (elimină din traseu segmentul parcurs, iar în cazul în care senzorii detectează obstacole neprevăzute, generează o rută ocolitoare). Generarea rutei și deplasarea sunt realizate de biblioteca <code>move_base</code> .	1
Pe tot parcursul deplasării, ultima rută generată este afișată prin intermediul realității augmentate. Pentru fiecare două puncte cheie adiacente, se generează un cilindru virtual subțire care le conectează, cilindrii formând ruta 4 din fig. 1. Acești cilindri sunt suprapuși pe imaginea reală folosind o bibliotecă de OpenGL pentru Android, precum Rajawali. Operatorul poate inspecta vizual traseul, mișcând dispozitivul de vizualizare pentru a observa calea completă. Tehnologia din Google Tango SDK asigură că cilindrii virtuali vor apărea nemișcați când dispozitivul de vizualizare își schimbă orientarea. În cazul depistării unei nereguli, operatorul poate să trimită un semnal de oprire vehiculului.	7
Metoda de vizualizare a traseului unui vehicul autonom folosind realitate augmentată presupune realizarea următorilor pași:	9
- calibrarea dintre vehiculul autonom 1 și sistemul de vizualizare 2 ;	11
- vehiculul autonom 1 primește destinația 3 și calculează ruta 4 în raport cu sistemul de referință 5 al vehiculului 1 ;	13
- vehiculul convertește punctele cheie (4a , 4b) ale rutei 4 în sistemul de referință 6 al dispozitivului de vizualizare 2 ;	15
- vehiculul transmite ruta 4 la dispozitivul 2 , trimițând coordonatele fiecărui punct-cheie (4a , 4b) printr-o rețea fără fir;	17
- dispozitivul de vizualizare 2 prelucrează informațiile vehiculului autonom: pentru fiecare 2 puncte-cheie consecutive (4a , 4b), determină un cilindru în jurul liniei care le unește, cu scopul de a fi afișat în pasul următor. Astfel, ruta 4 devine o listă de cilindri;	19
- dispozitivul de vizualizare 2 suprapune harta digitală cu ruta 4 și poziția robotului pe imaginea reală.	21
Faza de calibrare se realizează o singură dată (poate fi refolosită) și presupune realizarea următorilor pași:	23
- se măsoară manual translația și rotația dintre sistemul de coordonate 9 al vehiculului 1 și sistemul de coordonate 8 al dispozitivului de vizualizare 2 , iar rezultatele măsurătorii se introduc în algoritmul de calibrare;	25
- se inițializează urmărirea vehiculului 1 și a dispozitivului de vizualizare 2 ;	27
- se așează dispozitivul 2 într-o poziție predefinită, marcată, relativă la vehiculul 1 , (de exemplu, conform fig. 3);	29
- utilizatorul notifică sistemul de faptul că dispozitivul a fost așezat. Notificarea se poate realiza de exemplu prin apăsarea unui buton al vehiculului, sau trimițând un semnal prin rețea de pe o stație de lucru separată;	31
- dispozitivul de vizualizare 2 trimite poziția și orientarea sistemului de coordonate 8 , al său către vehiculul 1 ;	33
- vehiculul 1 determină poziția și orientarea sistemului său de coordonate 9 , și calculează transformarea 7 folosită pentru transformarea coordonatelor punctelor caracteristice de pe ruta 4 dintre sistemul de referință 5 al vehiculului 1 în sistemul de referință 6 al dispozitivului de vizualizare 2 .	35
	37
	39
	41
	43
	45

RO 133736 B1

Revendicări

1

3

1. Metodă de vizualizare a traseului unui vehicul autonom folosind realitate augmentată, care afișează ruta (4) a unui vehicul autonom (1) care se deplasează spre o destinație (3) pe un dispozitiv de vizualizare (2), **caracterizată prin aceea că**, pentru afișarea rutei (4), după o fază inițială de calibrare, se parcurg pașii următori:

5

7

- vehiculul autonom (1) primește destinația (3) și calculează ruta (4) în raport cu sistemul de referință (5) al vehiculului (1);

9

- vehiculul convertește punctele cheie (4a, 4b) ale rutei (4) în sistemul de referință (6) al dispozitivului de vizualizare (2);

11

- vehiculul transmite ruta (4) la dispozitivul (2), prin transmiterea coordonatelor punctelor cheie (4a, 4b) printr-o rețea fără fir;

13

- dispozitivul de vizualizare (2) prelucrează informațiile primite de la vehiculul autonom, unește punctele cheie consecutive și generează ruta (4);

15

- dispozitivul de vizualizare (2) suprapune ruta (4) și poziția vehiculului autonom pe imaginea reală.

17

2. Metodă de vizualizare conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, în faza de calibrare se plasează dispozitivul de vizualizare (2) pe vehiculul autonom (1) într-o poziție predefinită a sistemului de coordonate (8) al dispozitivului (2) față de sistemul de coordonate (9) al vehiculului (1) și se determină funcția de transformare (7) prin compunerea următoarelor funcții de transformare:

19

21

- din sistemul de referință fix (5) al vehiculului (1) în sistemul de coordonate (9) legat de vehiculul (1), printr-un algoritm de urmărire a mișcării vehiculului (1), în sine cunoscut;

23

25

- din sistemul de coordonate (9) al vehiculului (1) în sistemul de coordonate (8) al dispozitivului de vizualizare (2), funcție predefinită prin plasarea dispozitivului (2) în poziție predefinită pe vehiculul (1);

27

29

- inversa funcției de transformare din sistemul de referință (6) al dispozitivului de vizualizare (2) în sistemul de coordonate (8) al acestuia, aceasta transformare reieșind dintr-un algoritm de urmărire a mișcării dispozitivului (2).

(51) Int.Cl.

G06T 19/00 (2011.01);

B25J 13/08 (2006.01)

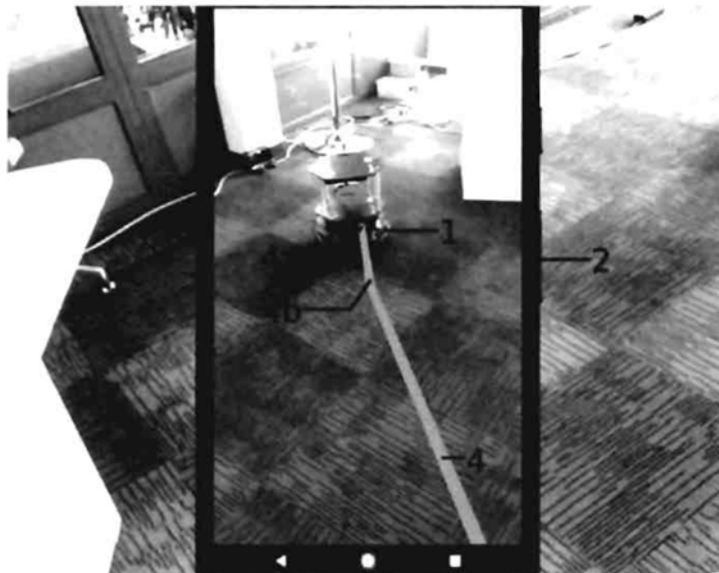


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G06T 19/00 (2011.01);

B25J 13/08 (2006.01)

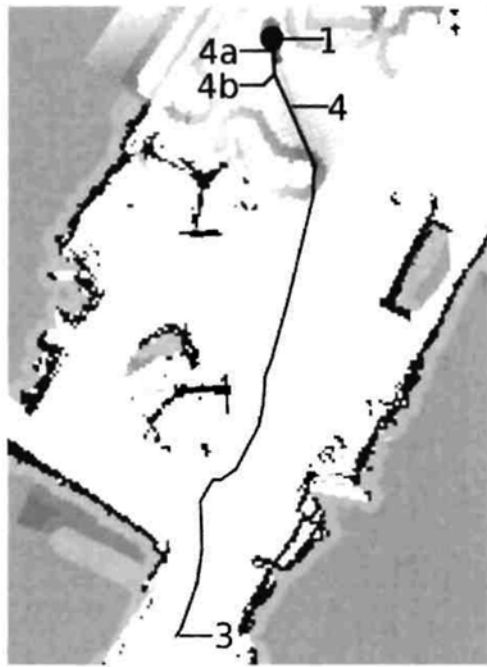


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G06T 19/00 (2011.01);

B25J 13/08 (2006.01)

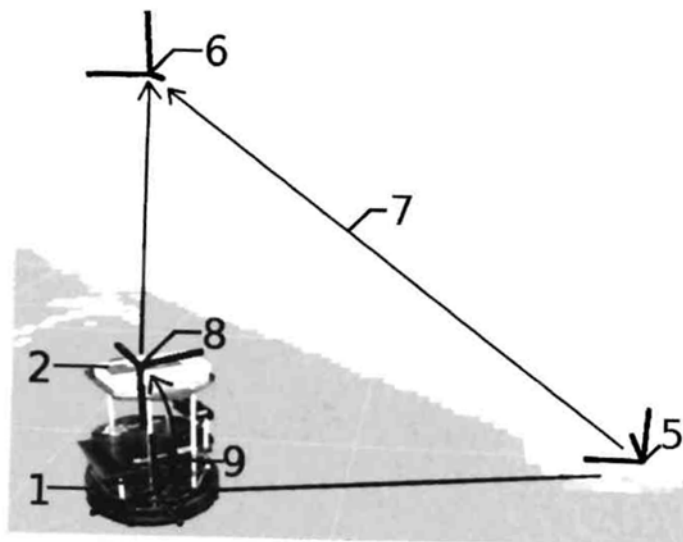


Fig. 3

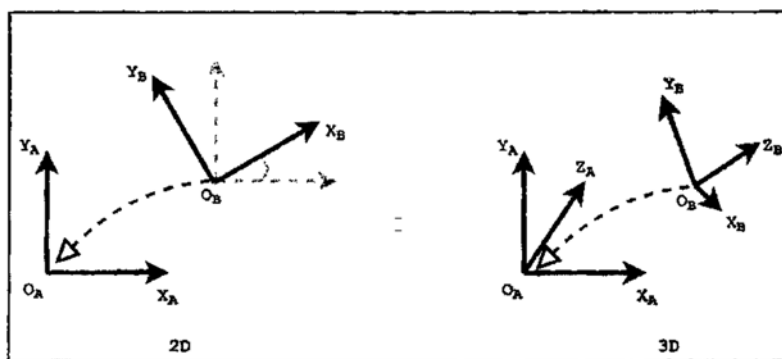


Fig. 4

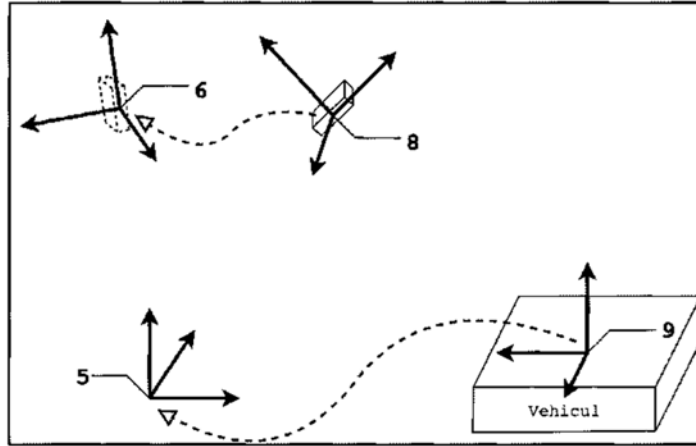


Fig. 5

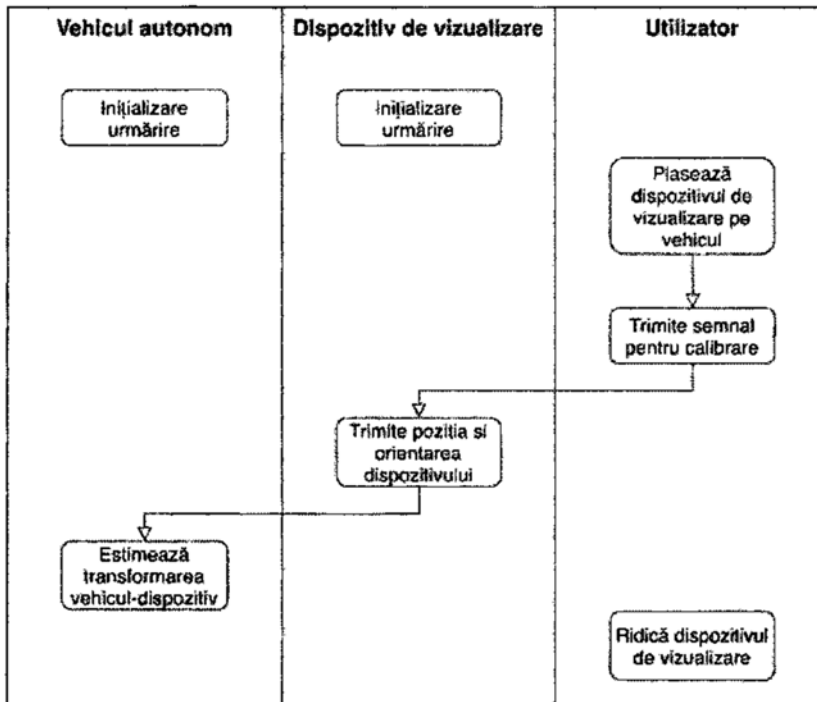


Fig. 6

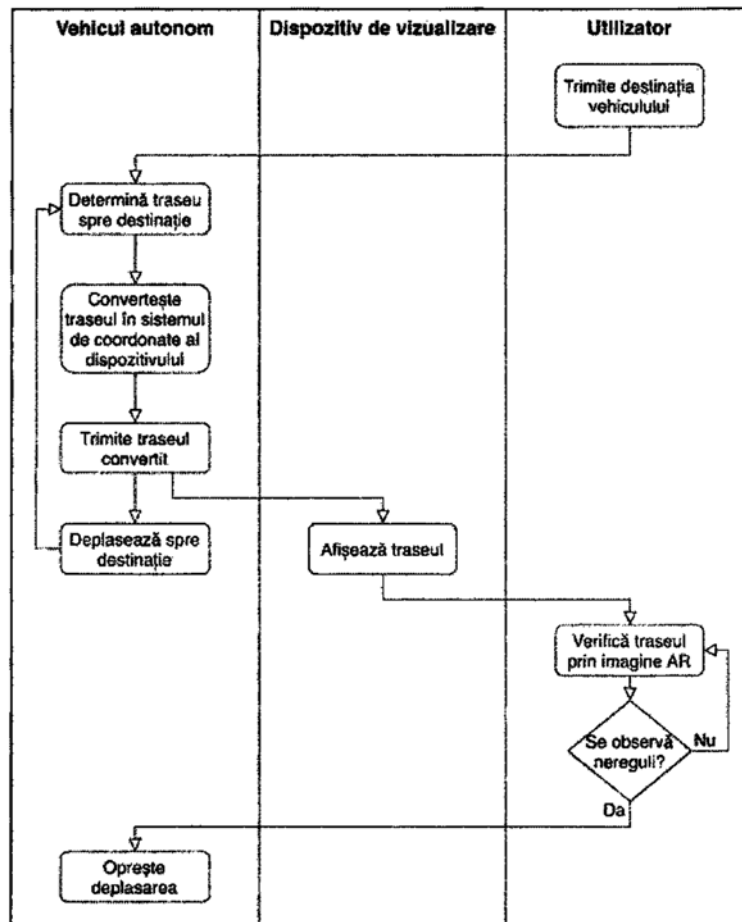


Fig. 7

