



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00147**

(22) Data de depozit: **17.02.2011**

(41) Data publicării cererii:
30.08.2012 BOPI nr. **8/2012**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• TAMAS LEVENTE, STR.LĂMÂIȚEI 12/5,
TÂRGU MUREȘ, MS, RO;

• LAZEA GHEORGHE, STR.DONATH
NR.107, AP.14, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(74) Mandatar:
CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL,
STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E,
AP. 2, CLUJ NAPOCA, JUDEȚUL CLUJ

(54) SISTEM AUTOMAT, PENTRU DETECȚIA OBSTACOLELOR ȘI FRÂNAREA AUTOVEHICULELOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem automat, pentru detecția obstacolelor, clasificarea acestora și frânarea automată a autovehiculelor comerciale, în scopul prevenirii accidentelor, în special pentru protecția activă a pietonilor. Sistemul conform invenției este alcătuit dintr-un senzor (1) de percepție de tip laser, în plan orizontal și o cameră (2) stereo care lucrează în sistem de detecție și urmărire de obiecte, folosind un calculator (3) ce operează în mediul Robotic Operation System, iar pe baza informației provenite de la senzorul (1) laser sau camera (2) stereo, calculatorul (3) procesează informația despre mediul înconjurător și trimite comenzi, în funcție de obstacolele detectate, la o unitate (4) de control a frânei pe o conexiune (5) serială; unitatea (4) de control a frânei acționează un motor (6) electric de curent continuu, care antrenează printr-o legătură (7) mecanică un sistem (8) de frânare a autovehiculului.

Revendicări: 3
Figuri: 4

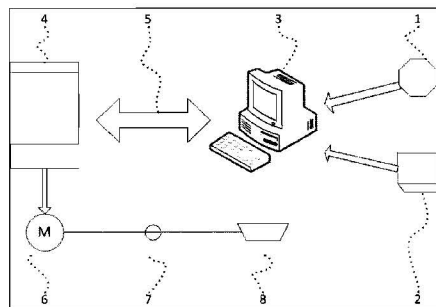
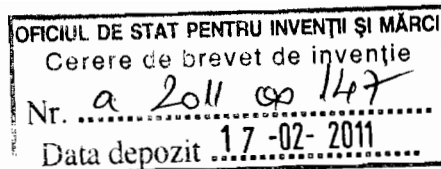


Fig. 1





Sistem automat pentru detecția obstacolelor și frânarea autovehiculelor

Invenția se referă la un sistem inteligent de detecție și de clasificare a obstacolelor întâlnite de către automobile, în trafic, prin folosirea informațiilor de la senzori de tip laser în plan orizontal și de la stereo cameră. Scopul invenției este avertizarea conducătorului auto și frânarea automată a autovehiculului în caz de pericol (cu opțiunea de sistem de frânare activ).

Sistemele cunoscute se bazează pe informația primită de la senzori de tip laser în plan orizontal (WO/2009/007666), sau pe informația video (JP-A-2002-99997). Sistemele similare existente au limitări privind fluxul de informație care provine de la senzori. Combinarea (fuziunea) acestor două sisteme conduce la rezultate mai bune în ceea ce privește detecția obstacolelor și frânarea autovehiculelor în timp util (N. Bellotto: Multisensor-based human detection and tracking for mobile service robots, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics - Special issue on human computing table of contents archive, Vol. 39 Issue 1, February 2009, pp. 167-181).

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția se referă la îmbunătățirea timpului de clasificare a obstacolelor care apar în calea automobilelor (pietoni, copaci, mașini etc.) cu efect asupra reducerii timpului de răspuns la frânare, a evitării sau reducerii alarmelor false și asupra reducerii timpului de integrare/realizare a soluției tehnice propuse.

Sistemul automat pentru detecția obstacolelor și frânarea autovehiculelor, conform invenției, integrează senzori pasivi de tip stereo cameră și laser în plan orizontal (măsoară într-un plan 2D) care sunt integrate într-un sistem de detecție și urmărire de obiecte de tip Robotic Operation System (ROS), prin care se asigură reducerea timpului de realizare a soluției tehnice propuse. Pentru a asigura un timp de clasificare redus cu implicații directe asupra timpului de frânare utilizează detecția formelor predefinite (e.g. tip om, copac, mașină din trafic) folosind descrierea acestora prin sume Gaussiene mixte (GMM) aplicate pentru datele de tip laser în plan orizontal. Rata alarmelor false este redusă prin combinarea informației video cu cea de tip laser în plan orizontal, prin tehnici Bayesiene.

Ideea inovatoare iese în evidență, prin faptul că sistemul conceput se poate pune în

funcțiune în paralel cu sistemele existente de frânare la autovehicule comerciale fără a fi nevoie de modificări în sistemul original.

Implementarea unui astfel de sistem de frânare activă reiese mai clar din figurile prezentate mai jos după cum urmează:

- figura 1- schema de principiu a sistemului de frânare;
- figura 2- montajul senzorilor de tip stereo cameră și laser în plan orizontal pe un autovehicul de tip comercial;
- figura 3- montajul sistemului de frânare auxiliar pe un autovehicul de tip comercial;
- figura 4- arhitectura sistemului de detecție-clasificare.

Fluxul de informație pornește de la senzorii de percepție de tip laser în plan orizontal (1), stereo cameră (2) și ajunge să fie prelucrat în mediul ROS care rulează pe calculatorul (3). Pe baza informației provenite de la senzori (laser în plan orizontal și/sau stereo camera), calculatorul (3) procesează informația despre mediul înconjurător și trimite comenzi în funcție de obstacolele detectate la unitatea de control a frânei (4) pe o conexiune serială de tip RS232 (5). Unitatea de control acționează un motor electric de curent continuu (6) care antrenează printr-o legătură mecanică (7) sistemul de frânare a autovehiculului (8).

O realizare practică a metodei propuse pe un autovehicul comercial este prezentată în Figura 2 și Figura 3. Parametrii de test au fost stabiliți pe acest tip de autovehicul. Montarea senzorilor de tip laser în plan orizontal (9) și de tip stereo cameră (10) s-a făcut pe bara din față a mașinii, iar sistemul de frânare, compus din motorul electric (11) și modulul de comandă pentru motorul electric (12), în compartimentul motor al autovehiculului. Echipamentele folosite pentru realizarea acestui prototip au fost alese din cele disponibile pe piață.

O schemă a arhitecturii de detecție-clasificare folosind ca și senzori o stereo cameră (13) și un laser în plan orizontal (14) este ilustrată în Figura 4. Detecția cu stereo cameră s-a făcut pe baza algoritmilor de tip AdaBoost (15), iar cea cu laser în plan orizontal prin modele de sume Gaussiene mixte (16).

Detecția cu stereo camera se efectuează prin selecția zonei de căutare pe imagine după informația apriorică provenită de la modulul de detecție cu laser în plan orizontal.

Restrângerea zonei de căutare este necesară pentru a asigura un timp de clasificare mai scăzut la modulul stereo cameră. Ulterior, în zona restrânsă, se face clasificarea imaginii pe baza caracteristicilor (AdaBoost) extrase dintr-o bază de date (17) construită prin antrenare într-o fază anterioară.

Detecția cu laser în plan orizontal este efectuată pe baza caracteristicilor de tip sume Gaussiene mixte (GMM). Acesta asigură un timp de detecție scăzut cu o rată de detecție performantă.

Combinând cele două surse de informație de la cei doi senzori cu un bloc de tip Bayes (17) în modulul de clasificare finală (18) se obține o rată de clasificare mai bună decât de la fiecare senzor în parte. Descrierea teoretică a sistemului de detecție-clasificare poate fi găsită în detaliu în (L. Tamas, M. Popa, Gh. Lazea, I. Szoke, A. Majdik: Laser and Vision Based Object Detection for Mobile Robots, International Journal of Mechanics and Control, Vol. 11, No. 2, 2010, pp. 89-95).

Sistemul de detecție-clasificare și frânare automată se caracterizează prin utilizarea senzorilor de tip stereo cameră, respectiv laser în plan orizontal, pentru procesul de detecție-clasificare montat pe un autovehicul comercial. Pentru frânare este conceput un sistem dedicat cu acționare mecanică comandată printr-un modul electric bazat pe un microcontroler legat la sistemul existent de frânare de la mașină. Comenzile pentru modulul electric sunt furnizate de la calculator echipat cu Robotic Operation System printr-o conexiune serială de tip RS232. Calculatorul folosind informație de la detectorul combinat, decide dacă s-a depistat un obstacol în calea mașinii, și implicit dacă este cazul să se acționeze sistemul de frânare automat.

Procesul de detecție-clasificare este caracterizat prin următoarele: folosirea mediului ROS pentru achiziția semnalelor de la diferiți senzori; preprocesarea semnalelor prin tehnici de filtrare, segmentare; detecția-clasificarea obiectelor folosind sume Gaussiene pentru descrierea formelor de la senzorul laser în plan orizontal; combinarea informației de la modulele de clasificare de tip stereo cameră și laser în plan orizontal; luarea deciziilor pe baza informației furnizat de la clasificatorul combinat.

Mecanismul de frânare este caracterizat prin următoarele: sistem de acționare frâne cu

motor curent continuu; sistem de comandă a motorului de curent continuu cu semnal PWM; interfața cu sistemul de detecție prin portul serial.

Performanțele sistemului prezentat sunt următoarele: raza de acțiune: 1-80m; viteza de reacție: 20ms; viteza maximă de deplasare a autovehiculului: 50 km/h.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- reducerea timpului de clasificare pentru procesul de detecție-clasificare;
- îmbunătățirea sistemului de siguranță la sistemele de detecție și frânarea automată a autovehiculelor pentru pietoni;
- integrarea ușoară în autovehicule comerciale existente.

REVENDICĂRI

1. Sistem automat pentru detecția obstacolelor și frânarea autovehiculelor comerciale pentru siguranța în trafic bazat pe informația de la senzori de tip laser în plan orizontal (1) și cameră stereo (2); folosind tehnici de clasificare-deteție de tip sume Gaussiene mixte (16) și metode bazate pe algoritmul AdaBoost(15), **caracterizat prin aceea că**, în scopul îmbunătățirii performanțelor procesului de frânarea automată a autovehiculului în caz de pericol, sistemul integrează un senzor de tip laser în plan orizontal (1) și o cameră stereo (2) care lucrează în sistem de detecție și urmărire de obiecte folosind calculator cu Robotic Operation System (3), informația de la laserul în plan orizontal (1) este prelucrată cu modele bazate pe sume Gaussiene mixte (16), apoi se utilizează informația de la camera stereo(2), detecția cu camera stereo realizându-se prin selecția zonei de căutare pe imagine după informația apriorică provenită de la modulul (16) de detecție cu laser în plan orizontal, restrângerea zonei de căutare asigurând reducerea timpului de clasificare la modulul camera stereo (15), pentru clasificarea imaginii în zona restrânsă făcându-se pe baza caracteristicilor (AdaBoost) extrase dintr-o bază de date construită prin antrenare într-o fază anterioară, iar în cazul în care calculatorul cu Robotic Operation System (3) detectează un pericol se trimit comenzi la unitatea (4), de control a frânei, printr-o conexiune serială de tip RS232 (5).
2. Sistem automat pentru detecția obstacolelor și frânarea autovehiculelor, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, unitatea de control (4) acționează un motor electric de curent continuu (6) care antrenează printr-o legătură mecanică (7) sistemul de frânare a autovehiculului (8).
3. Sistem automat pentru detecția obstacolelor și frânarea autovehiculelor, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru a se obține o rată de detecție mai bună informația de la laserul în plan orizontal (1) și informația de la camera stereo (2) sunt combinate folosind tehnici Bayesiene (17).

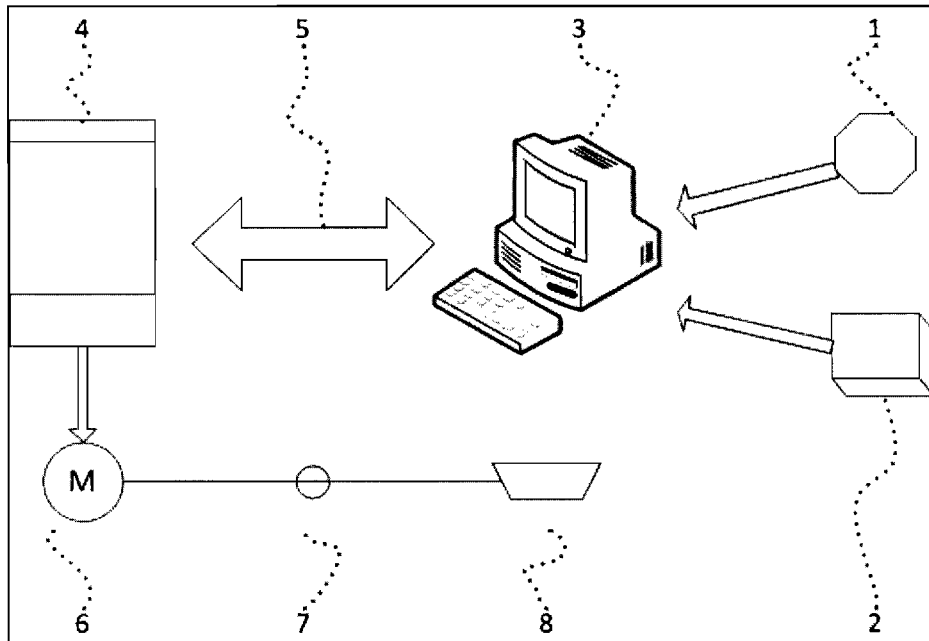


Figura 1

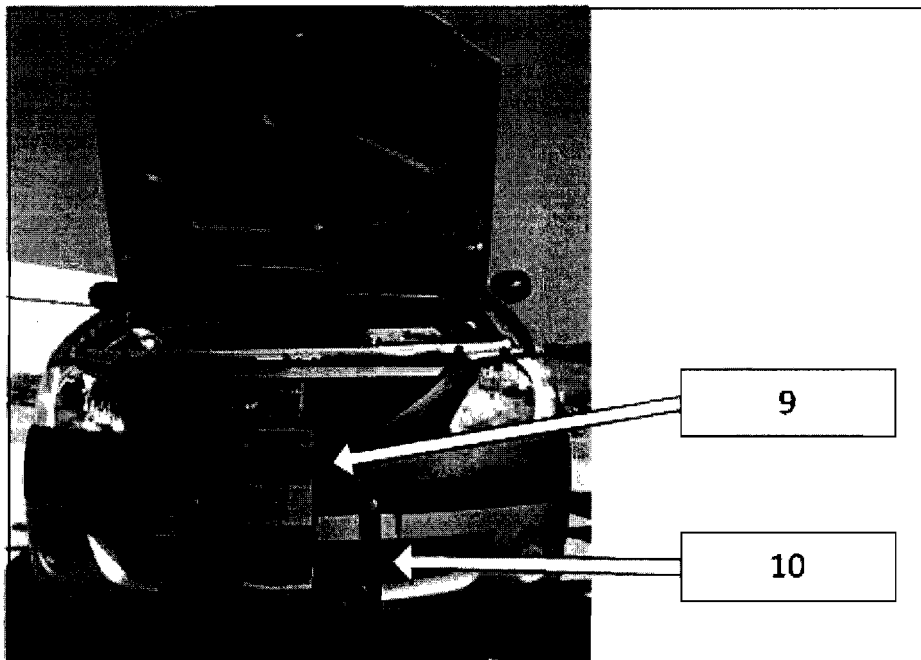


Figura 2

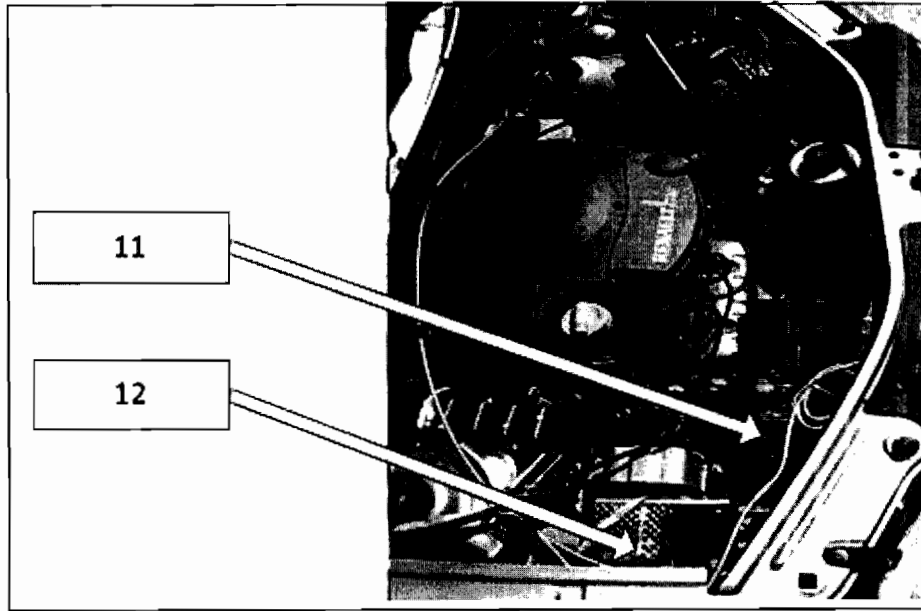


Figura 3

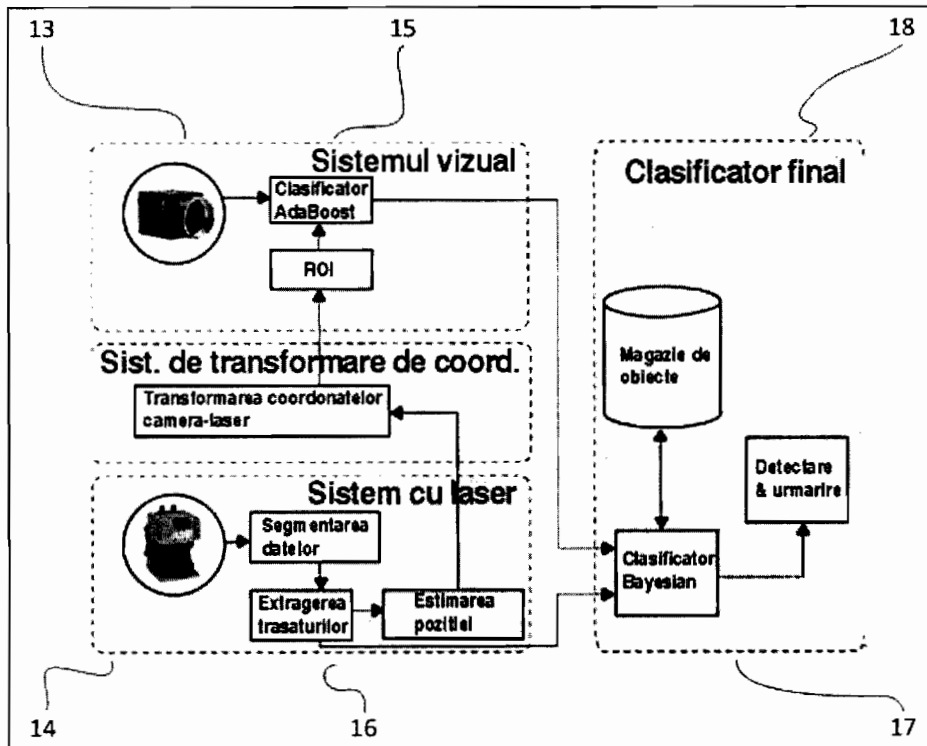


Figura 4