

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00850

(22) Data de depozit: 22/12/2020

(41) Data publicării cererii:
30/06/2022 BOPI nr. 6/2022

(71) Solicitant:
• PRIME BATTERIES TECHNOLOGY
S.R.L., SPLAIUL UNIRII, NR.84, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• CIOBANU VICENȚIU FLORENTIN,
STR.PRINCIPALĂ NR.581, SAT BRADU,
COMUNA BRADU, AG, RO

(54) SISTEM DE COLECTARE A DATELOR PENTRU
CONDUCERE AUTONOMĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de colectare a datelor pentru conducere autonomă a autovehiculelor. Sistemul, conform invenției, cuprinde un senzor inerțial, un senzor GPS, niște camere RGB, o interfață CAN-USB și o unitate de calcul al datelor, în care sistemul transmite informații cu frecvențe diferite prin serviciul de sincronizare și înregistrare a datelor, care operează printr-un mod de filtrare și înregistrare a datelor brute și un mod de sincronizare și înregistrare a datelor corectate.

Revendicări: 1
Figuri: 3

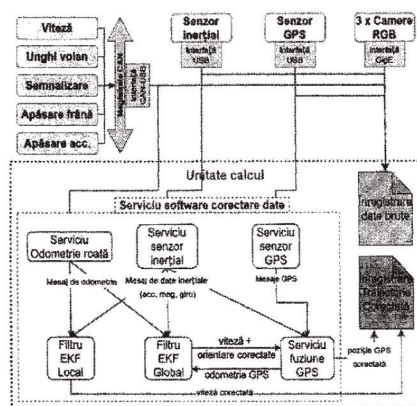


Fig. 3



Sistem de colectare a datelor pentru conducere autonomă

OFICIUL DE STAT PENTRU BREVETE
Cerere de brevet de invenție
Nr. <u>a 22 00850</u>
Data depozit <u>22-12-2020</u>

Cuprins

1	Introducere	1
2	Descriere surse de date	2
3	Schema de amplasare a senzorilor externi mașinii.....	2
4	Schema de conectare a surselor de date la unitatea de calcul pentru colectare	4
5	Serviciile de corectare și înregistrare a datelor	5
5.1	Serviciul de corectare a datelor.....	5
5.2	Serviciul de sincronizare și înregistrare a datelor.....	6

1 Introducere

În dezvoltarea soluțiilor de conducere autonomă a autovehiculelor una dintre sarcinile esențiale este cea de colectare a datelor de la senzori ce permit navigarea autonomă.

Senzorii folosiți pentru acest lucru intră în trei mari categorii:

1. senzori care permit localizarea și orientarea autovehiculului,
2. senzori care permit înțelegerea situației de condus - identificarea carosabilului, a vehiculelor participante la trafic, a pietonilor, a obstacolelor; măsurarea distanțelor până la acestea, estimarea intenției participanților la trafic și a pietonilor.
3. senzori care permit înțelegerea stării actuale a autovehiculului: viteza curentă, unghiul curent de volan, intenția curentă (virare, depășire, frânare, accelerare), gradul de apăsare a pedalelor de frână și accelerație

Colectarea datelor pentru conducere autonomă este esențială sub două aspecte fundamentale:

1. Obținerea unui set de date cuprinzător (având multe surse de date), divers (obținut sub o varietate de condiții de trafic, de împrejurimi, de factori meteorologici, de momente ale zilei) și utilizarea sa pentru dezvoltarea algoritmului de generare a traiectoriei autovehiculului
2. Informarea în timp real, cu datele necesare, a algoritmului de generarea a traiectoriei dezvoltat pe baza setului de date

Lucrarea de față descrie un sistem de colectare a datelor pentru conducerea autonomă definind următoarele aspecte:

- tipul de senzori necesari
- suportul și schema de montare a acestora pe autovehicul
- schema de conectare a senzorilor la o unitate de calcul pentru colectarea datelor acestora
- funcționarea serviciilor software pentru comunicarea cu senzorii, sincronizarea datelor și persistarea acestora

2 Descriere surse de date

Sistemul propus de colectare a datelor pentru conducere autonomă are la bază următoarele surse de date:

- privitoare la starea mașinii
 - viteză preluată de pe magistrala CAN
 - unghi de volan preluat de pe magistrala CAN
 - grad de apăsare al pedalei de frână preluat de pe magistrala CAN
 - grad de apăsare al pedalei de accelerație preluat de pe magistrala CAN
 - stare a semnalizării mașinii (oprită, semnalizare stânga, semnalizare dreapta, avarie)
- privitoare la localizarea și orientarea mașinii
 - senzor GPS
 - senzor inerțial - date de accelerație, giroscop și magnetometru
- privitoare la înțelegerea situației de trafic și estimarea distanțelor
 - 3 x cameră RGB

Caracteristicile tehnice definitorii ale senzorilor externi mașinii, în termenii interfețelor de comunicare, a frecvenței de transmitere a datelor și a rezoluției acestora:

- senzor inerțial:
 - rezoluția orientării: sub $< 0.08^\circ$
 - Rezoluția accelerometrului: 14 bit
 - rezoluție giroscop: 16 bit
 - rezoluție compas: 12 bit
 - interfață de comunicare: USB 2.0 sau RS 232 Asynchronous Serial, rata de transfer selectabilă între 1200 - 921600
 - date de ieșire: Cuaternioni absoluți și relativi, unghiuri Euler, unghiuri pe axe, matrice de rotație, sistem vectorial
- senzor GPS:
 - frecvență de actualizare: 2Hz
 - interfață de comunicare: USB și Uart (Tx,Rx) pentru ieșire date brute
- camere video:
 - rezoluție maximă 2064 x 1544 pixeli, cu o frecvență de minim 30 Hz la rezoluție maximală
 - optimizări de imagine: setare automată a factorului de gain, setare automată a factorului de expunere, setare automată a balansului de alb, corecție de culoare și saturație
 - interfață de comunicare: Gigabit PoE (Power over Ethernet)
 - lentile cu tip de montare C-mount și o rază vizuală de minim 60°

3 Schema de amplasare a senzorilor externi mașinii

Din lista surselor de date menționate în Secțiunea 2, sursele de date externe mașinii sunt senzorul inerțial, senzorul GPS și camerele RGB. Pentru a asigura capabilitatea de colectare a unui set relevant de date, sistemul propus dispune o schemă de amplasare a senzorilor externi pe mașină.

Disponerea senzorilor pe suportul care se atașează mașinii este prezentat în Figura 1. Se observă cum cele trei camere RGB sunt dispuse în partea frontală a suportului de senzori. Camerele RGB sunt dispuse folosind un sistem de plăcuțe de montare ce permit rotirea lor pe două grade de libertate: modificarea unghiului cu solul și modificarea unghiului în planul paralel solului (a se vedea Figura 2a). Acest mecanism permite orientarea camerelor astfel încât din alipirea imaginilor captate de la fiecare cameră unghiul cumulat de vizualizare pe orizontală să fie mai mare sau egal cu 120° .

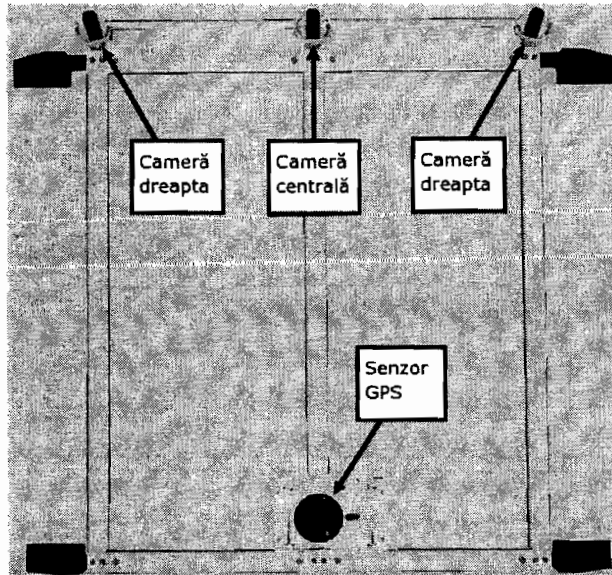


Figura 1: Schemă de dispunere a senzorilor pe suportul atașat mașinii. Cele 3 camere sunt dispuse frontal, la distanță egală una față de cealaltă. Camerele laterale sunt dispuse la un unghi față de cea centrală. Senzorul GPS este aliniat cu camera centrală și dispus în partea posterioară a suportului.

Senzorul de GPS este montat pe un sistem reglabil pe înălțime prin elemente de distanțiere (a se vedea Figura 2b). Acest sistem permite amplasarea senzorului inerțial imediat sub cel de GPS înălțat. Amplasarea aceasta asigură faptul că transformarea geometrică de tip translație și rotație între senzorul GPS și cel inerțial este minimală și poate fi ușor calculată. Transformarea este esențială pentru a putea aduce toate datele înregistrate de GPS și senzorul inerțial în același sistem de coordonate. Existența unui sistem de coordonate unic favorizează fuziunea cu succes a datelor de GPS cu cele inerțiale pentru corecția poziționării.

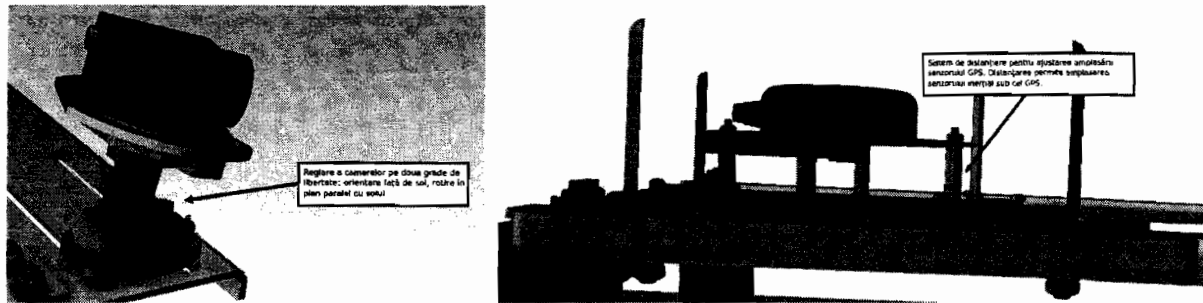


Figura 2: 2a (stânga) Reglare a camerelor pe două grade de libertate: orientare față de sol, rotire în plan paralel cu solul. 2b (dreapta) Sistem de distanțiere pentru ajustarea pe înălțime a senzorului GPS. Distanțierea permite amplasarea senzorului GPS imediat sub cel de GPS.

4 Schema de conectare a surselor de date la unitatea de calcul pentru colectare

Pentru conectarea surselor de date la unitatea de calcul care le prelucrează și înregistrează se folosesc interfețele colorate în verde deschis prezentate în Figura 3. Datele provenind direct de pe mașină (viteză, unghi volan, semnalizare, grad de apăsare a pedalei de frână, grad de apăsare a pedalei de accelerație) sunt preluate folosind un protocol de interfațare serială ce utilizează un adaptor fizic CAN-USB.

Senzorul inerțial și cel USB se conectează prin USB, iar camerele RGB se conectează prin Gigabit Ethernet.

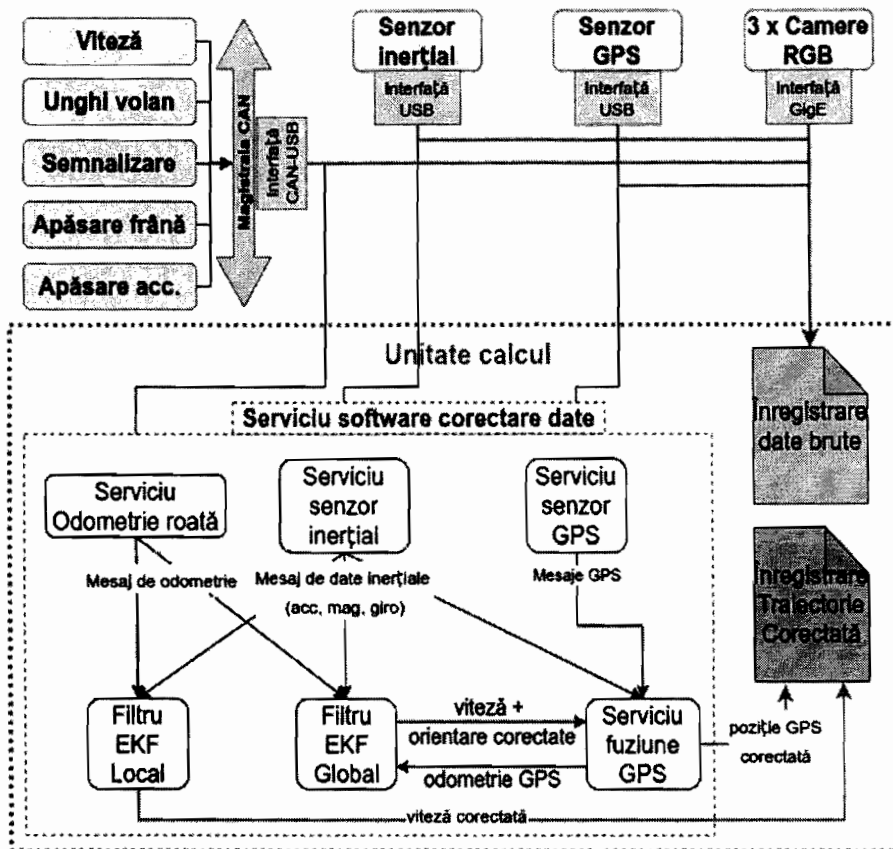


Figura 3: Diagrama de interfațare a surselor de date și a fluxului de procesare a informațiilor în sistemul de colectare a datelor pentru conducere autonomă. Datele provenite de pe magistrala CAN a mașinii (viteză, unghi volan, semnalizare, apăsare frână, apăsare accelerație) sunt preluate prin protocol de comunicare peste o interfață serială, prin intermediul unei interfețe fizice de conversie CAN-USB. Senzorul inerțial și cel GPS se conectează prin interfață USB. Camere RGB se conectează prin cablu pentru Gigabit Ethernet. Unitatea de calcul rulează două servicii importante: cel de corectare (filtrare) a datelor și cel de înregistrare/persistare a acestora. Serviciul de filtrare a datelor folosește algoritmi din domeniul procesării de semnale (e.g. Extended Kalman Filter) pentru a fuziona date viteză, orientare, accelerație și GPS, obținând valori corectate de (i) poziție GPS și (ii) viteză. Serviciul de înregistrare a datelor le stochează atât în variantă brută (originală), cât și în variantă corectată.

5 Serviciile de corectare și înregistrare a datelor

Datele provenind de la mașină și de la sursele externe sunt transmise cu acuratețe și frecvență diferite. Este necesară o corectare și o sincronizare a acestora. Unitatea de calcul ce colectează datele implementează următoarele servicii.

5.1 Serviciul de corectare a datelor

Datele de la viteza la roata, senzorii inerțiali și GPS intră într-un flux separat de extragere a poziției corectate (filtrate) de GPS, precum și de filtrare a vitezei. Filtrarea este implementată folosind framework-uri open source bazate pe algoritmi cunoscuți de procesare a semnalelor - Extended

Kalman Filter. Fluxul de mesaje porind al fiecărui nod din serviciul de corectare este ilustrată în partea colorată în gri din Figura 3.

Rezultatele provenind de la aceste noduri sunt utilizate în două fluxuri noi. Cel marcat cu linie verde execută corectarea pozițiilor de GPS și a celor de viteză. Senzorul GPS are o frecvență scăzută de înregistrare a datelor, având erori de abatere de la poziția corectă de ordinul metrilor. Acest lucru ar putea poziționa mașina în afara benzii ei de mers sau în afara carosabilului în general. Ținând cont de datele de odometrie (viteza) și de cele inerțiale (acelerație și orientare), procedura de filtrare poate reduce eroarea de poziționare la sub un metru, astfel încât localizarea corectată să poată menține mașina pe banda ei de mers. Mai mult, procedura de filtrare estimează poziții intermediare de GPS la o frecvență de 50Hz, pentru a o alinia cu măsurătorile preluate de la ceilalți senzori. Similar, nodul EKF local, ce încorporează informație de viteză la roată de la CAN și accelerație liniară și orientare de la senzorul inerțial, produce o valoare corectată pentru viteza mașinii.

Datele corectate sunt înregistrate într-un flux separat pentru a putea fi folosite ca informație de bază pentru alte proceduri de îmbunătățire a localizării sau pentru informarea unor algoritmi de generare automată a traiectoriei viitoare a mașinii.

5.2 Serviciul de sincronizare și înregistrare a datelor

Sursele de date folosite în sistemul de colectare a datelor pentru conducere autonomă transmit informație cu frecvențe diferite. Etichetele temporale diferite ale fiecărui tip de date este atât un atu, cât și o problemă.

De aceea, serviciul de sincronizare și înregistrare a datelor operează în două moduri diferite.

Modul de filtrare și înregistrare a datelor brute

Datele brute provenind de la sursele de date conectate pe magistrala CAN, cele de la senzorul inerțial și cel GPS sunt trecute întâi prin serviciul de corectare a datelor. Ele sunt trecute prin acest serviciu la frecvența lor naturală de apariție, pentru că serviciul de corectare a datelor întreprinde operațiile de actualizare cu date reale, cu cele de predicție pe baza unei stări interne.

Rezultatele operației de corectare / filtrare sunt: valori de viteză corectată, furnizate la o frecvență de 50 Hz, valori de GPS corectate furnizate la o frecvență de 50 Hz.

În fluxul de date brute, datele provenite de la camerele RGB sunt inițial procesate cadru cu cadru pe fiecărui cadru asignându-i-se o etichetă temporală. Cadrele preluate de imagine au dimensiune mare. Serviciul de înregistrare a datelor brute implementează un mecanism de compresie ce elimină informațiile redundante din pachete consecutive, pastrând doar datele care se modifică. Cadrele RGB trecute prin sistemul de compresie sunt stocate pe disc într-un format binar.

Modul de sincronizare și înregistrare a datelor corectate

Datele corectate de viteză și GPS sunt furnizate serviciului de sincronizare și înregistrare a traiectoriei corectate (a se vedea liniile de culoare verde din Figura 3). De asemenea, acest serviciu accesează fișierul binar conținând cadrele brute salvate de către serviciul de înregistrare a datelor brute. Viteza și datele GPS au frecvență de 50 Hz, iar cadrele RGB au frecvență variabilă apropiată de 30 Hz.

Serviciul de sincronizare poate fi configurat să execute o aliniere a datelor folosind:

- tehnici de căutare a celei mai apropiate valori de viteză, pentru fiecare cadru

- tehnici de interpolare liniara pentru determinarea poziției și vitezei pentru fiecare cadru
- tehnici de reestimare a vitezei și poziției GPS la momentul dat de eticheta de timp a cadrului RGB folosind datele brute ale senzorului inerțial și filtrul global EKF.

Rezultatul serviciului de sincronizare sunt pachete de date conținând informație sincronizată de viteză, poziționare GPS și cadre RGB din trei unghiuri.

Pentru a reduce dimensiunea datelor colectate, la încheierea unei sesiuni de colectare a datelor, serviciul de înregistrare a datelor corectate aplică o procedură de decompresie și encodare a cadrelor RGB. Cadrele individuale sunt transformate într-un format video configurabil (e.g. fișiere de tip mp4, mkv). Procedura de encodare generează meta-date referitoare la eticheta de timp a fiecărui cadru din fișierul video encodat.

Folosind serviciul de înregistrare a traiectoriei corectate, rezultatul unei sesiuni de colectare a datelor pentru conducere autonomă se compune din:

- 3 x video-uri în formatul configurat în serviciul de înregistrare provenind de la cele 3 camere RGB
- un fișier binar de meta-date ce conține date *sincronizate* de viteză, poziționare GPS, ID-uri și etichete de timp pentru cadrele RGB aferente din fișierele video

SC Prime Batteries Technology SRL
 RO 36438584
 Splaiul Unirii, 84, Sector 4, Bucuresti
 J40/11030/2016

Revendicări depuse conform
 art. 15, alin. 4 din legea nr. 64 / 1991
 la data de 19-02-2021



Cerere de brevet nr. A/00850/22.12.2020

TITLUL INVENTIEI : Sistem de colectare a datelor pentru conducere autonomă

REVENDICARE :

1. "Sistemul de colectare a datelor pentru conducere autonomă { alcatuit din :

- Sensor inertial
- Sensor GPS
- Camere RGB
- Interfata CAN-USB
- Unitatea de calcul a datelor

este caracterizat prin aceea ca transmite informație cu frecvențe diferite prin serviciul de sincronizare și înregistrare a datelor, care operează prin Modul de filtrare și înregistrare a datelor brute si prin Modul de sincronizare și înregistrare a datelor corectate

