



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00960**

(22) Data de depozit: **11.10.2010**

(41) Data publicării cererii:  
**29.06.2012** BOPI nr. **6/2012**

(71) Solicitant:  
• **SUȘNEA IOAN, STR. BRĂILEI NR.179,  
BL.S3, AP.9, GALAȚI, GL, RO**

(72) Inventatori:  
• **SUȘNEA IOAN, STR. BRĂILEI NR.179,  
BL.S3, AP.9, GALAȚI, GL, RO;**  
• **VASILIU GRIGORE, STR. REGIMENT 11  
SIRET NR.29, BL.C37, SC.2, ET.2, AP.29,  
GALAȚI, GL, RO**

## (54) SISTEM DE NAVIGAȚIE PENTRU VEHICULE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de navigație pentru vehicule autonome sau pilotate de un operator uman, în scopul reducerii timpului de parcurs, evitării congestiilor din trafic și minimizării consumului de carburant. Sistemul conform invenției este compus din două subsisteme, unul amplasat la sol, care cuprinde un server (11) de feromoni, ce rulează o aplicație software destinată să asigure comunicația cu niște vehicule și să actualizeze o hartă (13) a mediului, în care sunt înglobate niște informații despre poziția curentă a vehiculelor; subsistemul de la sol mai cuprinde în plus echipamente (12) de comunicație wireless; al doilea subsistem este amplasat la bordul vehiculelor și cuprinde un modul (23) de localizare, o unitate (24) de prelucrare a datelor cu microcontroler, un echipament (22) de comunicație wireless și un pilot (21) care poate fi un operator uman.

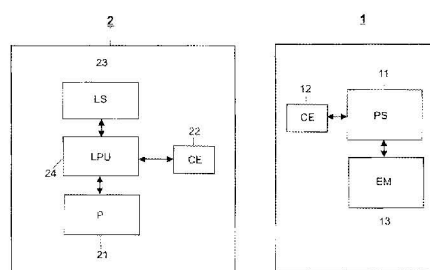


Fig. 1

Revendicări: 7

Figuri: 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## SISTEM DE NAVIGATIE PENTRU VEHICULE

**Documente citate:** US2006/0094443, WO2010/073053, US2004/0249569, GB2431261, US2010/0057334, US2009/0063045

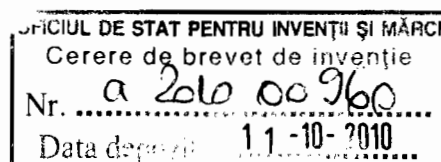
**Alte documente de referinta:**

- [1] Karlson, P., Lüscher, M. *Pheromones: a new term for a class of biologically active substances*. Nature 183, 1959, pp. 55-56
- [2] Grassé P.P. *La Reconstruction du nid et les Coordinations Inter-Individuelles chez Bellicositermes Natalensis et Cubitermes sp. La theorie de la Stigmergie: Essai d'interpretation du Comportement des Termites Constructeurs*. Insectes Sociaux, 6, pp: 41-81, 1959
- [3] Dorigo M et al. *The ant system: optimization by a colony of cooperating agents*. IEEE Trans Syst Man Cybernet 26(1), 1996, pp:29-41
- [4] Genovese, V., Dario, P., Magni, R., & Odetti, L. *Self organizing behavior and swarm intelligence in a pack of mobile miniature robots in search of pollutants*. In Proceedings of the IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems, Raleigh, NC, 1992, pp. 1575- 1582
- [5] D. Payton, R. Estkowski, M. Howard, *Pheromone Robotics and the Logic of Virtual Pheromones*, in Swarm Robotics, Springer, 2005, pp: 45-57
- [6] I. Susnea, G. Vasiliu and A. Filipescu, *RFID Digital Pheromones for Generating Stigmergic Behaviour to Autonomous Mobile Robots*, Proceedings of the 4th WSEAS/IASME International Conference on dynamical systems and control (CONTROL'08), Corfu, Greece, October 26-28, 2008, ISSN: 1790-2769.
- [7] Susnea I. Vasiliu G. Filipescu A. Radaschin A., *Virtual Pheromones for Real-Time Control of Autonomous Mobile Robots*, in Studies of Informatics and Control, Vol 18, issue 3, 2009, pp: 233-240., ISSN:1220-1760

**Domeniul tehnic al inventiei**

Prezenta inventie se refera la problema selectiei si urmaririi unei rute de parcurs pentru vehicule autonome, sau pilotate de un operator uman, in scopul reducerii timpului de parcurs, evitarii congestiilor de trafic si minimizarii consumului de carburant.

Solutia propusa vizeaza realizarea unui sistem care sa ofere pilotului in timp real informatii sintetice despre rutele disponibile, precum si despre gradul de fluenta a traficului pe aceste rute. In esenta, solutia propusa, poate fi descrisa ca un dispozitiv



*Handwritten signature*

de navigatie mobil (Portable Navigation Assistant – PNA) cu functionalitate imbunatatita datorata facilitatilor de comunicatie cu un server aflat la sol.

**Stadiul actual al tehnicii in domeniul sistemelor/dispozitivelor de navigatie pentru vehicule**

Avand in vedere numarul imens de vehicule de toate tipurile aflate in circulatie, impactul acestora asupra mediului si asupra vietii cotidiene a miliarde de oameni, este firesc interesul pentru gasirea unor solutii tehnice de natura sa optimizeze diversele aspecte legate de traficul vehiculelor, de la definirea si selectia rutelor optime, reducerea consumului de carburant, detectarea si semnalizarea congestiilor de trafic, pana la realizarea unor vehicule autonome, capabile sa construiasca o reprezentare interna a mediului pe baza informatiilor furnizate de un set de senzori si sa navigheze in mod "inteligent" prin mediu.

Dintre miile de solutii propuse, una din cele mai raspandite si cunoscute este dispozitivul de navigatie bazat pe localizarea GPS a vehiculului aflat in trafic, denumit in mod uzual PNA (Portable/Personal Navigation Assistant).

In aceasta abordare, locatorul GPS furnizeaza informatia de pozitie unui microcontroller, care extrage din memoria proprie si afiseaza pe un display local o harta predefinita a zonei geografice, corespunzator pozitiei curente a vehiculului.

Principalul dezavantaj al acestei solutii deriva din faptul ca hartile folosite sunt statice si nu contin informatii despre masura in care drumurile sunt practicabile, daca sunt afectate de restrictii de circulatie (sens unic, drum in lucru, restrictii de viteza sau de acces in unele intervale orare, etc.) si nici despre gradul de fluenta a traficului pe aceste drumuri.

Pentru a depasi aceasta limitare, au fost propuse numeroase solutii. De exemplu in brevetul US2006/0094443, se propune un dispozitiv care foloseste informatia furnizata de locatorul GPS pentru a selecta si afisa pe un display local o serie de pagini web, al caror continut are legatura cu pozitia geografica curenta a vehiculului (de exemplu obiective turistice, magazine, etc., aflate in apropiere), accesate printr-o conexiune mobila la internet.

O solutie asemanatoare este prezentata in WO2010/073053, cu deosebirea ca informatiile accesate de dispozitivul PNA (Portable Navigation Assistant) prin conexiunea internet sunt furnizate de un server central, care colecteaza si prelucreaza date actualizate despre conditiile de trafic.

Solutia propusa de brevetul US2004/0249569, adauga un dispozitiv de intrare in sistem, prin care utilizatorul poate defini o ruta prin marcarea punctelor de plecare si de destinatie, dupa care sistemul incarca automat, dintr-o sursa externa, informatii caracteristice rutei selectate.

In brevetul GB2431261 se propune completarea informatiilor cu caracter geografic stocate in hartile folosite de dispozitivul PNA cu informatii privind eventuale limitari de viteza si este descrisa o metoda de selectie a rutei optime, prin minimizarea unui "cost" asociat cu fiecare ruta posibila.

Solutia propusa de brevetul US2010/0057334 se bazeaza pe comunicatia intre PNA si un computer aflat intr-o statie-baza, care centralizeaza informatiile de la o pluralitate de telefoane mobile echipate cu GPS. Computerul de la statia-baza estimeaza densitatea traficului si o comunica dispozitivelor PNA la cerere.

Brevetul US2009/0063045 propune o solutie de selectie a rutelor dupa criteriul consumului minim de carburant, tinand seama de informatiile despre starea drumului, starea vremii, parametrii semafoarelor, blocaje de trafic, furnizate de o pluralitate de dispozitive interconectate in retea. Prelucrarea tuturor datelor se face la nivelul dispozitivului PNA.

Toate solutiile citate mai sus au un dezavantaj comun in faptul ca baza de cunostinte despre conditiile de trafic, localizata intr-unul sau mai multe dispozitive externe fata de PNA este dificil si costisitor de construit si de actualizat.

Solutia propusa de prezenta inventie elimina acest dezavantaj, deoarece baza de cunostinte despre conditiile de trafic se construiesc ad-hoc, chiar in procesul de comunicatie intre dispozitivele de tip PNA aflate la bordul vehiculelor si un server localizat la sol.

Elementul central al solutiei este conceptul de "feromoni virtuali", definit prin analogie cu feromonii naturali, substante chimice volatile, dispersate in mediu de unele specii de insecte pentru coordonarea inter-individuala in cadrul unor activitati complexe la nivelul roiului.

Feromonii naturali au fost descoperiti de Karlson si Lüscher in 1959 ([1]), iar Grasse ([2]) a descris mecanismul de comunicatie indirecta prin intermediul feromonilor (stigmergie) la unele specii de insecte.

Ulterior Dorigo et al. ([3]) au descris mecanismul de selectie a rutelor optime intre cuib si sursa de hrana in coloniile de furnici, pe care l-au denumit "ant colony optimization" (ACO). Procesul de optimizare se explica prin faptul ca rutele mai lungi

necesita un timp mai mare pentru parcurgere, timp in care procesul de evaporare a feromonilor devine predominant fata de procesul de acumulare de noi cantitati de feromoni pe masura ce noi agenti parcurg ruta respectiva. In final rutele scurte sunt preferate de tot mai multi agenti, iar rutele lungi sunt complet abandonate.

Dupa descoperirea ACO, au aparut numeroase incercari de a crea feromoni artificiali pentru coordonarea unor agenti, de la simpla detectare a unor substante chimice poluante dispersate accidental in mediu ([4]), la schimbul de mesaje codificate in infrarosu intre agenti ([5]). Susnea et. al descriu in ([6]) un experiment in care structuri de date simple, denumite "feromoni digitali", sunt memorate in tag-uri RFID distribuite in mediu si folosite pentru conducerea unor roboti mobili.

O definitie a conceptului de "feromoni virtuali", intr-o acceptiune apropiata de cea in care este folosit in prezenta inventie a fost data de Susnea et al in ([7]).

In aceasta acceptiune, feromonii virtuali sunt engrame lasate de agenti nu in mediu, ci intr-o harta a mediului, stocata si actualizata de un server de feromoni, aflat in comunicatie cu agentii. In procesul de comunicatie intre agenti si serverul de feromoni, harta care incorporeza informatii despre distributia de feromoni se constituie intr-o memorie comuna, partajata de toti agentii.

In acest mod, fiecare agent are acces la o informatie sintetica si actualizata dinamic despre traficul prin zona geografica reprezentata de harta comuna, iar "darele de feromoni" lasate de agentii care au traversat anterior zona reprezinta rute posibile de urmat.

#### **Descrierea succinta a inventiei**

Prezenta inventie descrie un sistem de navigatie pentru vehicule (autonome sau pilotate de un operator uman), denumite in continuare "agenti", bazat pe conceptul de "feromoni virtuali".

Sistemul este compus din doua subsisteme, dintre care unul este amplasat la bordul vehiculului si cuprinde un modul de localizare (23), de exemplu GPS, o unitate locala de prelucrare a datelor cu microcontroller (24), echipament de comunicatie wireless (22), de exemplu echipament mobil de conectare la internet si un pilot (21), care, in cazul particular al agentilor neautonomi, poate fi un operator uman.

Un al doilea subsistem, amplasat la sol, este compus din "serverul de feromoni" (11), implementat de un computer, care ruleaza o aplicatie software destinata sa asigure comunicatia cu agentii si sa actualizeze o harta a mediului (13), in care sunt inglobate informatii despre pozitia curenta a agentilor. Subsistemul de la sol mai

cuprinde echipamente de comunicare wireless (12) adecvate, care asigura comunicatia in timp real cu agentii distribuiti in mediu.

Periodic, la intervale de timp prestabilite, fiecare agent emite catre server un pachet de date care contine urmatoarele informatii:

- a. Un cod de identificare unic. In cazul particular al comunicatiei prin internet, acesta poate fi chiar IP-ul nodului de comunicare corespunzator vehiculului.
- b. Coordonatele geografice ale pozitiei curente ale agentului, asa cum este raportata se subsistemul de localizare (23).
- c. Orientarea (heading-ul) determinata de unitatea de prelucrare cu microcontroller (24) pe baza informatiei despre pozitiiile succesive ocupate de vehicul.
- d. Viteza de deplasare calculata pe baza informatiei despre pozitiiile succesive ocupate de vehicul.

La primirea pachetului de date, serverul executa urmatoarele operatii:

- a. Localizeaza agentul pe o harta interna de tip grid (13), asociindu-l cu o celula corespunzator pozitiei geografice raportate de agent.
- b. Calculeaza pentru fiecare celula a hartii un coeficient, denumit "concentratie de feromoni virtuali", dupa o formula care tine cont de numarul de vehicule care traverseaza celula in unitatea de timp, de viteza medie a acestora si de timpul de la ultima actualizare a datelor despre celula respectiva.
- c. Transmite catre agentul care a emis interogarea un pachet de date de raspuns, care, pe langa codul de identificare al agentului destinat al mesajului, contine concentratiile de feromoni calculate pentru celulele aflate in vecinatatea pozitiei curente a agentului.

La primirea raspunsului de la server, unitatea locala de prelucrare a datelor suprapune informatia despre concentratiile de feromoni peste harta geografica statica pe care o are in memoria proprie si prezinta informatia rezultata, intr-un format adecvat, pilotului.

#### **Descrierea succinta a desenelor**

Figura 1 prezinta structura generala a sistemului.

Subsistemul 1 este amplasat la sol si se compune din:

- Serverul de feromoni PS (11)

- Harta mediului EM (13), in care o aplicatie software dedicata incorporeaza informatii despre distributia spatiala a vehiculelor aflate in comunicatie cu serverul
- Echipament de comunicatie wireless CE (12), de exemplu echipament specific pentru realizarea conexiunilor de internet mobil, sau alt echipament de comunicatie wireless compatibil cu cel aflat la bordul vehiculelor.

Subsistemul 2, amplasat la bordul vehiculului, compus din:

- O unitate locala de prelucrare a datelor LPU (24)
- Subsistemul de localizare, LS (23), care poate fi, de exemplu, un locator GPS, sau alt dispozitiv de localizare adecvat tipului de vehicul
- Subsistemul de comunicatie wireless CE (22), de exemplu, echipamentul capabil sa asigure o conexiune mobila la internet, sau alt echipament de comunicatie wireless, compatibil cu subsistemul de comunicatie (12), aferent serverului (11).
- Pilotul (21) – care poate fi un operator uman, sau, in cazul agentilor autonomi, un dispozitiv capabil sa asigure conducerea agentului fara operator uman.

Figura 2 este o reprezentare grafica a unei portiuni din harta grid a mediului (13). Concentratia de feromoni determinata pentru fiecare celula a hartii este reprezentata in acest caz prin nuante de gri, in care culoarea alb corespunde unei concentratii zero (lipsa completa de feromoni), iar negru corespunde unei concentratii maxime posibile.

In acest exemplu, pilotul unui vehicul care are de parcurs ruta intre punctele A si F ale hartii este informat ca fluenta traficului este redusa pe tronsonul intre B si E, astfel incat ar putea fi preferabil sa urmeze traseul ocolitor A-B-C-D-E-F, in loc sa aleaga traseul mai scurt, A-B-E-F.

Figura 3 descrie structura interna a unitatii locale de prelucrare LPU (24), in care sunt prezente urmatoarele blocuri functionale:

- Un microcontroller MCU (31)
- Memorie RAM (32)
- Memorie nevolatila NVM (33) pentru stocarea datelor, de exemplu harti statice al zonei geografice traversate,
- Cel putin o interfata seriala RS232 (34) pentru conectarea cu dispozitivul de localizare (23)

- O interfata USB (35) pentru conectarea cu medii de stocare a datelor, sau cu interfețe de comunicare,
- Un display LCD, sau touchscreen (36) pentru afisarea locala a unor mesaje textuale sau grafice,
- O interfata de comunicare in retea ETH (37) necesara pentru conectarea cu echipamentul de comunicare wireless (22).

### Descrierea detaliata a implementarii preferate

In implementarea preferata, pilotul (21) este un operator uman, iar vehiculul poate fi orice vehicul rutier. Comunicatia wireless, care foloseste dispozitivele (12) si (22) este asigurata de o conexiune mobila la internet.

Serverul de feromoni (11) este un computer conventional care ruleaza o aplicatie software dedicata, avand urmatoarele functii:

- Sa asigure transferul bidirectional al pachetelor de date intre server si agentii aflati in mediu, incapsuland pachetele in pachete TCP/IP.
- Sa creeze si sa actualizeze o structura de date corespunzator reprezentarii de tip grid 2D (bidimensional) al unei regiuni geografice, (harta (13)) reprezentare compusa dintr-un numar de celule patrute cu latura 'a' (cf. Fig. 2). Valoarea parametrului 'a' se determina in functie de puterea de prelucrare a serverului de rezolutia dispozitivelor de localizare (23), de viteza medie a vehiculelor in zona geografica de interes, precum si de intervalul de timp la care se succed pachetele de date intre agenti si server. O valoare rezonabila pentru acest parametru este in plaja 50-100 metri.
- Sa calculeze pentru fiecare celula a hartii (13) o variabila, denumita "concentratia de feromoni virtuali, P", in asa fel incat o valoare mai mare a acestui parametru sa indice faptul ca celula asociata este tranzitata in mod fluent de vehicule, iar o valoare apropiata de zero sa indice trafic dificil, putine vehicule in zona respectiva, sau lipsa de informatii despre zona respectiva. O posibila formula de calcul a variabilei P este data de relatia (1):

$$P_{ij} = N_{ij} \bar{v}_{ij} e^{-t} \quad (1)$$

Unde  $N_{ij}$  este numarul de vehicule care parasesc celula  $C_{ij}$  in unitatea de timp,  $\bar{v}_{ij}$  este viteza medie a vehiculelor care tranziteaza celula  $C_{ij}$ ,  $t$  este timpul scurs



de la ultima actualizare a datelor despre celula  $C_{ij}$ , iar  $\tau$  este "constanta de timp de evaporare" a feromonilor virtuali.

Variabila  $P_{ij}$  se actualizeaza pentru celula  $C_{ij}$  de fiecare data cand un nou agent transmite serverului o cerere de acces la harta de feromoni, cu precizarea ca acelasi agent nu poate modifica de mai multe ori concentratia de feromoni a unei celule, atunci cand se deplaseaza lent sau stationeaza.

Se observa ca, in cazul unei congestii de trafic, viteza medie a agentilor este redusa, iar numarul agentilor care parasesc celula in unitatea de timp este de asemenea mic, ceea ce conduce la o valoare mica a  $P_{ij}$ .

Comunicatia intre dispozitivele aflate la bordul vehiculelor si serverul de feromoni decurge in felul urmator:

- La intervale de timp prestabilite (in functie de performanetele comunicatiei internet si de puterea de calcul a serverului), agentii emit catre server pachete de date (interogari), care contin informatii despre identificarea, localizarea, viteza si orientarea respectivului agent.
- Pe baza pozitiei raportate de agent, serverul il localizeaza intr-o celula a hartii de feromoni interna, recalculeaza concentratia de feromoni pentru celula respectiva si trimite un pachet de raspuns, care contine concentratiile de feromoni calculate de server pentru celulele invecinate cu celula in care se afla agentul care a trimis interogarea. Cu referire la figura 2, daca, de exemplu, consideram ca valoarea parametrului 'a' este de 100 metri, pentru un agent situat in celula indicata de punctul A, receptia unui pachet de 100 de valori ale concentratiei de feromoni virtuali corespunzator celulelor reprezentate in fig. 2, permite evaluarea conditiilor de trafic pe o distanta de 1Km inainte si 500 metri lateral, ceea ce este suficient pentru conditiile de trafic rutier in orase si conduce la volume relativ mici de date transferate intre server si agenti.
- La primirea pachetului de raspuns de la server, unitatea de prelucrare (24) extrage din memoria proprie nevolatila (33) o harta a zonei geografice in care se afla, in mod absolut similar cu dispozitivele PNA existente, peste care suprapune, de exemplu printr-un cod al culorilor, informatia despre fluenta traficului, continuta de concentratiile de feromoni si afiseaza harta modificata pe display-ul local (36).

Solutia descrisa in prezenta inventie are urmatoarele avantaje evidente fata de oricare din solutiile cunoscute in prezent:

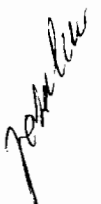
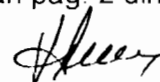
- Rezolva cu costuri minime problema crearii si actualizarii unor harti dinamice, actualizate in timp real cu informatii despre trafic, pentru dispozitivele personale de navigatie.
- Este "compatibila inapoi" cu dispozitivele existente aflate in exploatare. In lipsa unui server de feromoni in zona traversata, dispozitivul alfat la bordul vehiculului se comporta ca un PNA conventional.
- Toate componentele sistemului pot fi usor implementate cu echipamente de serie, disponibile comercial.
- La nivelul serverului de feromoni se pot rula simulari ale unor situatii speciale de trafic (de exemplu situatii de tip "ora de varf") cu vehicule simulate. In urma acestor simulari se pot salva distributii de feromoni obtinute printr-un proces de tip "Ant Colony Optimization- ACO", care ulterior pot fi oferite agentilor fizici pentru navigatie.
- Sistemul este compatibil atat cu agenti autonomi cat si cu agenti condusi de un operator uman.
- Sistemul permite includerea in trafic a unor "agenti virtuali" – vehicule simulate software, care sa marcheze rute convenabile in diverse situatii cand se doreste dirijarea traficului pe anumite trasee, de exemplu indicarea unor rute ocolitoare in cazul unui accident care blocheaza o artera aglomerata.
- Informatia despre fluenta traficului acumulata la nivelul serverului poate fi cu usurinta adaptata si transmisa unor "semafoare inteligente", capabile sa-si ajusteze dinamic timpii de comutare, favorizand deplasarea pe arterele aglomerate.

## REVENDICARI

1. Un sistem de navigatie pentru vehicule compus din:
  - un subsistem de prelucrare a datelor amplasat la sol (in afara vehiculelor), denumit "server de feromoni", sau "server",
  - o multitudine de vehicule, fiecare din ele avand la bord cate un subsistem, capabil sa determine pozitia, orientarea si viteza vehiculului, denumit "dispozitiv de navigatie",caracterizate prin aceea ca:
  - dispozitivele de navigatie de la bordul vehiculelor se afla in comunicatie de date wireless cu serverul,
  - serverul creaza si actualizeaza o structura de date, aflata in corespondenta cu un anumit spatiu geografic, structura de date denumita "harta", organizata sub forma unei multimi de celule adiacente, in care fiecarei celule ii corespunde o anumita suprafata din spatiul geografic considerat,
  - dispozitivele de navigatie aflate la bordul vehiculelor raporteaza periodic serverului pozitia, viteza si orientarea vehiculelor aflate in trafic,
  - serverul localizeaza fiecare vehicul intr-o celula a hartii interne, calculeaza pentru fiecare celula cate un coeficient numeric, denumit "concentratie de feromoni virtuali", a carui valoare este proportionala cu numarul de vehicule care traverseaza celula respectiva in unitatea de timp si cu viteza medie a acestora, si transmite fiecarui dispozitiv de navigatie cu care se afla in comunicatie cate un pachet de date care contine concentratiile de feromoni calculate pentru celulele invecinate cu celula in care se afla vehiculul respectiv,
  - dispozitivele de navigatie prezinta pilotilor vehiculelor, intr-o forma adecvata, informatia sintetica despre distributia concentratiilor de feromoni virtuali obtinuta de la server.
2. Un sistem ca in revendicarea 1, in care concentratiile de feromoni calculate pentru fiecare celula a hartii sunt variabile, scazand in timp, in mod asemanator cu evaporarea feromonilor naturali.
3. Un sistem ca in revendicarea 1, in care functiile unei parti din dispozitivele de navigatie sunt simulate software pentru a influenta intr-un anumit fel programat distributia concentratiilor de feromoni virtuali prezentata de server dispozitivelor de navigatie cu care se afla in comunicatie.

11-10-2010

4. Un sistem ca in revendicarea 1, care foloseste distributii statice, predefinite ale concentratiilor de feromoni pentru a dirija traficul vehiculelor pe anumite rute.
5. Un sistem ca in revendicarea 1 in care serverul este echipat cu interfete hardware si software care sa-i asigure comunicarea cu semafoare inteligente, capabile sa-si ajusteze timpii de comutare in functie de densitatea traficului, asa cum este aceasta reflectata de distributia concentratiilor de feromoni virtuali.
6. Un sistem ca in revendicarile 1 si 4 caracterizat prin aceea ca poate comuta intre distributii dinamice ale concentratiilor de feromoni virtuali, ca in revendicarea 1 si distributii statice ale acestora, ca in revendicarea 4, in mod programat, sau in functie de o comanda emisa de un operator uman.
7. Un sistem ca in revendicarea 1, caracterizat prin aceea ca pilotii vehiculelor sunt dispozitive automate, de exemplu de tipul celor care asigura conducerea robotilor mobili.



DESENE

Figura 1

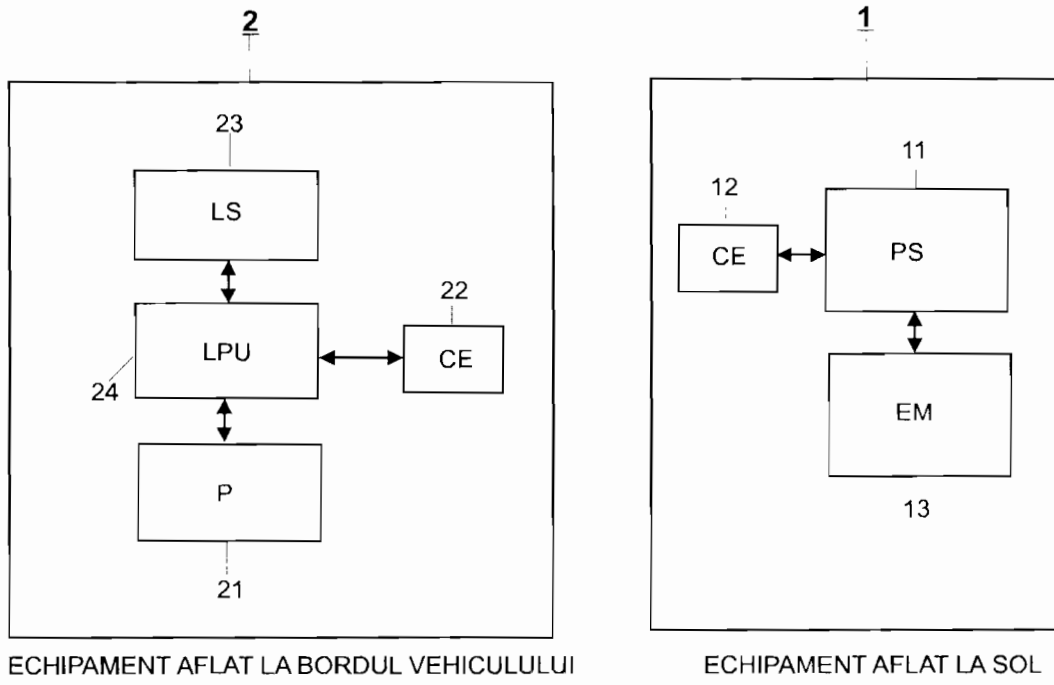
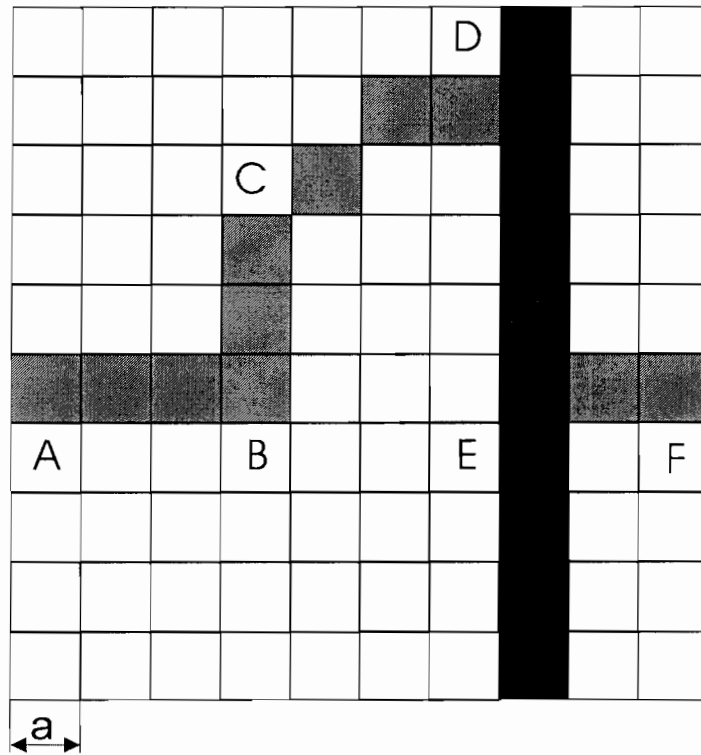


Figura 2



*[Handwritten signature]*

Figura 3

