



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2024 00565**

(22) Data de depozit: **23/09/2024**

(41) Data publicării cererii:
28/02/2025 BOPI nr. **2/2025**

(71) Solicitant:
• **AI FOR GOOD S.R.L., STR. SALCĂMULUI NR.37A, SCARA 1, AP.45, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:
• **CHIȘIU MARIUS GABRIEL, STR. SALCĂMULUI NR.37A, SCARA 1, AP.45, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **CHIȘIU IOANA ALEXANDRA, STR. SALCĂMULUI NR.37A, SCARA 1, AP.45, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(54) **AUTOMAT INTELIGENT DE SORTARE A DEȘEURILOR
AiSoD**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un automat inteligent de sortare a deșeurilor, destinat a fi utilizat la colectarea selectivă a deșeurilor în spații publice interioare. Automatul, conform invenției, cuprinde o componentă mecanică, alcătuită dintr-o cutie transportoare formată din cutie exterioară (1) prevăzută cu un electromagnet de blocare (4) și din cutie interioară (2) prevăzută cu un electromagnet de poziționare (5), deplasarea cutiei exterioare (1) făcându-se prin intermediul unui motor (10), de-a lungul unui șurub cu bile (13) la care este atașată prin intermediul unei piulițe cu bile (3), niște camere foto (14) pentru fotografierea deșeurilor din cutia transportoare, niște recipiente (7, 8, 9) de primire a deșeurilor sortate în fracții de reciclare, precum și o componentă software caracterizată printr-un algoritm de procesare a imaginilor capturate de la camerele foto și analizate cu ajutorul unei rețele neuronale convoluționale antrenate specific pentru recunoașterea tipurilor de deșeuri, algoritm pe baza căruia se determină fracția de reciclare corectă.

Revendicări: 2
Figuri: 4

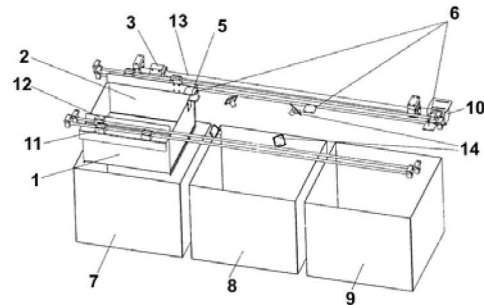
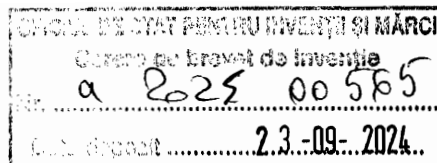


Fig. 1

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).





27

AUTOMAT INTELIGENT DE SORTARE A DEȘEURILOR AISOD

DESCRIEREA INVENȚIEI

Domeniului de aplicare a invenției

Invenția se referă la un automat inteligent de sortare a deșeurilor (AISoD) care identifică obiectul introdus și decide dacă acesta poate fi reciclat, respectiv în ce fracție ar trebui separat. Automatul este gândit pentru utilizarea secvențială, aruncând câte un obiect pe rând.

Automatul este gândit pentru a fi amplasat în spații publice interioare de trafic intens precum: centre comerciale, aeroporturi, clădiri de birouri, benzinării și altele.

Stadiul cunoscut al tehnicii

În prezent cosurile de gunoi pentru reciclare aflate în spațiile publice interioare sunt reprezentate de 3 sau 4 compartimente simple, etichetate corespunzător. Problema funcțională cu acestea este că persoanele care le utilizează adesea sortează greșit deșeurile, aruncând obiectele în fracția greșită. Prin urmare, operatorii economici de salubritate care le golesc sunt nevoiți să arunce toate acele deșeuri în fracția pentru cele menajere, multe dintre ele fiind de fapt reciclabile dar nesortate corespunzător. Folosind invenția descrisă deșeurile vor fi mereu sortate corect și astfel se vor putea recicla mult mai simplu.

Prezentarea soluției tehnice a invenției cu evidențierea elementelor de creație științifică sau tehnică originale

Automatul, conform invenției, se caracterizează prin două componente inovative: componenta mecanică și componenta software.

În ceea ce privește componenta mecanică ea este compusă dintr-un ansamblu care primește obiectul și îl transporta pentru a fi identificat, apoi cade în fracția corectă. Mai precis, o cutie compusă din două părți (partea interioară care conține toate cele 4 laterale și partea exterioară care conține două laterale și fundul a cutiei) care glisează

pe ghidaje liniare fiind puse în mișcare de un motor conectat la un surub cu bile. Cutia completa preia obiectul și îl transporta spre poziția în care obiectul este identificat și mai apoi la poziția în care obiectul trebuie să cadă. Pentru a lăsa obiectul să cadă, partea secundară a cutiei se fixează în poziția curentă cu ajutorul unui electromagnet, iar partea principală a cutiei se deplasează înainte sau înapoi. Datorită distanței mici dintre fundul cutiei principale și lateralele cutiei secundare se asigură golirea completă. De asemenea construcția automatului este gândită pentru a proteja componentele hardware de acțiunea oricărui obiect aruncat, astfel camerele sunt poziționate în partea superioară într-o poziție diferită de cea inițială.

În ceea ce privește componenta software a invenției, ea se caracterizează printr-un algoritm care procesează imaginile capturate atunci când obiectul se află în poziția care conține camerele foto. Pe baza acestor imagini se izolează obiectul de fundal, iar imaginea este oferită unui LargeVisualModel (model vizual) de tipul unei rețele neuronale convoluționale pentru a identifica denumirea acestui obiect.

O rețea neuronală convoluțională reprezintă astăzi cea mai bună alegere pentru recunoașterea obiectelor complexe datorită capacității sale de a extrage automat caracteristicile relevante dintr-o imagine. Se va descrie în continuare o rețea adaptată la nevoile AISoD așa cum se poate vedea în figura 4.

Etapele prin care trece imaginea sunt următoarele:

1. Preprocesarea imaginii. În această etapă, imaginea brută (21) este întâi redimensionată la 224x224 pixeli și apoi normalizată.
2. Convoluția (22). Această operație constă în aplicarea de filtre, fiecare dintre ele identificând diferite trăsături vizuale. În continuare se aplică pe fiecare dintre imaginile rezultate funcția de activare ReLU (Unitate de Rectificare Liniară) (23) care elimină valorile negative.
3. Subeșantionare (Pooling) (24). Aceasta etapă reduce dimensiunea hărților de caracteristici obținute în urma convoluției și a activării.
4. Convoluția (22) și subeșantionarea (24) se pot repeta de multe ori în funcție de rezultatul obținut. Fiecare cuplu convoluție subeșantionare reprezintă un strat al rețelei.
5. Stratul profund este format din ultimul cuplu de operații convoluție-subeșantionare. Acesta este nucleul procesului deoarece aici se identifică și se învață trăsăturile relevante pentru obiectele ajunse în automat. De exemplu, la acest nivel se identifică textura hârtiei, aspectul metalic sau formele specifice ale obiectelor de plastic.
6. Aplatizare (flattening) (25). După stratul final, imaginea redusă spațial trebuie transformată într-un vector pentru a putea fi introdusă într-o rețea complet conectată. Prin vectorizare se transformă hărțile de caracteristici de dimensiuni mari în vectori unidimensionali pentru a fi compatibili cu stratul de clasificare.

7. Starturi complet conectate (26). La acest nivel se integrează toate informațiile extrase de straturile convoluționale pentru a lua decizia finală. Deoarece fiecare neuron din stratul complet conectat este conectat la fiecare caracteristică extrasă, este posibilă învățarea unor relații complexe. Straturile complet conectate determină combinațiile specifice de caracteristici care sunt cele mai relevante pentru a decide dacă un obiect aparține categoriei deșeurilor menajere, hârtie, sau plastic/metal.
8. Funcția de clasificare (27). În această etapă finală rețeaua aplică o funcție care calculează probabilitatea ca un obiect să aparțină fiecărei fracții de reciclare configurate. Pe baza configurației rezultatul poate fi cuprins din trei sau mai multe categorii în funcție de numărul fracțiilor suportate (28) (29) (30). La final fracția cu probabilitatea cea mai mare este selectată.

De exemplu se pot configura categoriile de reciclare suportate în funcție de materialele de bază pe care automatul le identifică. În unele țări plasticul se colectează împreună cu metalul dar în altele se colectează separat. Astfel prin aceste configurări automatul nu este limitat la un număr de fracții.

Mai departe, fiecare triplet image - obiect conținut - fracție de reciclare este salvat în baza de date, urmând a fi folosite pentru a rafina rezultatele viitoare ale agentului inteligent.

Astfel, invenția noastră reușește să aplice standardul de actualitate cu cele mai bune rezultate în domeniul procesării imaginilor, și anume folosește o rețea neuronală convoluțională, la identificarea obiectelor în cadrul automatelor inteligente de sortare a deșeurilor incluzând un concept tehnic funcțional și ușor de curățat.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția

Prezenta invenție are ca scop realizarea unui coș de gunoi care să sorteze automat deșeurile în fracțiile de reciclare corecte.

De-a lungul realizării acestui concept au fost întâlnite și soluționate următoarele probleme:

- Protejarea camerelor, pentru a nu fi deteriorate de obiectele aruncate în coș.
În acest sens, atunci când obiectul este aruncat în coș, acesta ajunge în cutia compusă, un spațiu ermetic iar ulterior obiectul este transportat în fața camerelor. Astfel, camerele se afla într-un spațiu diferit, pe suprafața superioară, protejate astfel de orice posibilă degradare.
- Evitarea contaminării deșeurilor sortate, de către obiectele noi aruncate.
Pentru a adresa aceasta problemă am stabilit ca poziția inițială să fie deasupra recipientului cu deșeuri menajere.
- Golirea completă a cutiei compuse și menținerea mecanismului relativ curat.

În această privință, distanța dintre muchiile cutiei exterioare și cele ale cutiei interioare este doar atât cât să se monteze o garnitură, asigurând astfel ca atunci când glisează cutia exterioară, conținutul se va goli în întregime.

- Mecanismul de deplasare trebuie să fie rapid și extrem de precis.

Pentru a asigura aceste caracteristici s-a folosit un șurub cu bile și ghidaje liniare suplimentare.

Prezentarea unuia sau mai multor exemple concrete de realizare a invenției, cu referire la figurile din desenele explicative ale invenției

Alte avantaje și caracteristici reies mai clar din descrierea următoare, prezentată pe baza unui exemplu de realizare a invenției, nelimitativ, și reprezentat în desenele anexate, în care:

- Figura 1 reprezintă o vedere 3D cu automatul în poziția inițială
- Figura 2 reprezintă o vedere 3D a mecanismului interior al automatului de sortare aflat în poziția de identificare a obiectului.
- Figura 3 reprezintă o vedere 3D cu automatul în poziția în care obiectul cade în recipientul din mijloc corespunzător recipientului pentru hartie.
- Figura 4 reprezintă rețeaua neuronală convoluțională.

În cele 4 figuri se prezintă un exemplu de automat de sortare care sortează deșeurile în trei categorii: deșeuri menajere, hartie, plastic sau metal.

În figura 2 se poate observa în partea superioară mecanismul de sortare și transport.

Cutia transportoare se compune din două părți. Prima este cutia exterioară (1) care este fixată de piulita cu bile (3) și se mișcă de-a lungul șurubului cu bile (13). A doua componentă este cutia interioară (2). Cutia exterioară (1) are atașat un blocator electromagnetic (4) care, atunci când este activat, determină o mișcare sincronă a cutiei interioare (2). În plus, pe cutia interioară (2) există un alt electromagnet de poziționare (5). Atunci când electromagnetul (4) de pe cutia exterioară este dezactivat, iar electromagnetul (5) de pe cutia interioară se activează, cutia interioară rămâne fixată la poziția curentă, prinsă de una dintre plăcuțele de poziționare (6).

Mișcarea liniară a cutiilor (1) și (2) este asigurată de prinderea lor de ghidajele liniare (11) și (12).

Una dintre pozițiile cheie ale automatului este cea de identificare a obiectului. Cutia transportoare aduce în această poziție fiecare obiect aruncat pentru a fi fotografiat de către camerele foto (14) și identificat de algoritmul de recunoaștere inteligent bazat pe rețeaua neuronală convoluțională descrisă în figura 4. Astfel se determină fracția de reciclare, care este apoi corelată cu recipientul respectiv, aflând astfel următoarea poziție la care cutia deplasează obiectul.

La următoarea etapă, cutia exterioară (1) care conține partea inferioară se

deplasează, cutia interioară (2) rămâne pe poziție și obiectul conținut cade în recipientul (7), (8) sau (9), în funcție de poziția cutiei interioare. În acest fel, algoritmul care controlează automatul determină prin mișcarea motorului (10) și prin controlul celor doi electromagneți (4) și (5) recipientul în care este lăsat obiectul, astfel încât să corespundă fracției de reciclare corecte.

Prezentarea avantajelor rezultate din aplicarea invenției

Această invenție aduce beneficiul major al sortării corecte pentru clienții care aleg să le instaleze. Sortarea nu mai este supusă erorii umane și astfel materialul reciclat este calitativ și valoros.

Referitor la soluția tehnică aleasă, cutia transportoare compusă are avantajul de a fi ușor lavabilă și mereu complet goală deoarece orice s-ar lipi pe fundul acesteia este îndepărtat imediat datorită glisării cutiei interioare.

În plus, beneficiul major și motivul care ne-a determinat să investim în această idee este asupra mediului. Prin scalarea acestei invenții se pot salva tone de deșeuri reciclabile care primesc astfel o șansa la a fi reintroduse în circuitul de producție și consum.

REVENDICĂRI

1. Aplicarea unei rețele neuronale convoluționale la identificarea deșeurilor din imaginea capturată de către un automat de sortare și clasificarea obiectului în categoria corespunzătoare fracției de reciclare corecte.
2. Automat inteligent de sortare a deșeurilor menajere care utilizează un sistem de cutie dubla compusă din cutia exterioară (1) și cutia interioară (2) și care rulează împreună pe un șurub cu bile (13) pentru a ajunge deasupra fracției de reciclare corecte și a arunca obiectul în recipientul respectiv.

DESENE

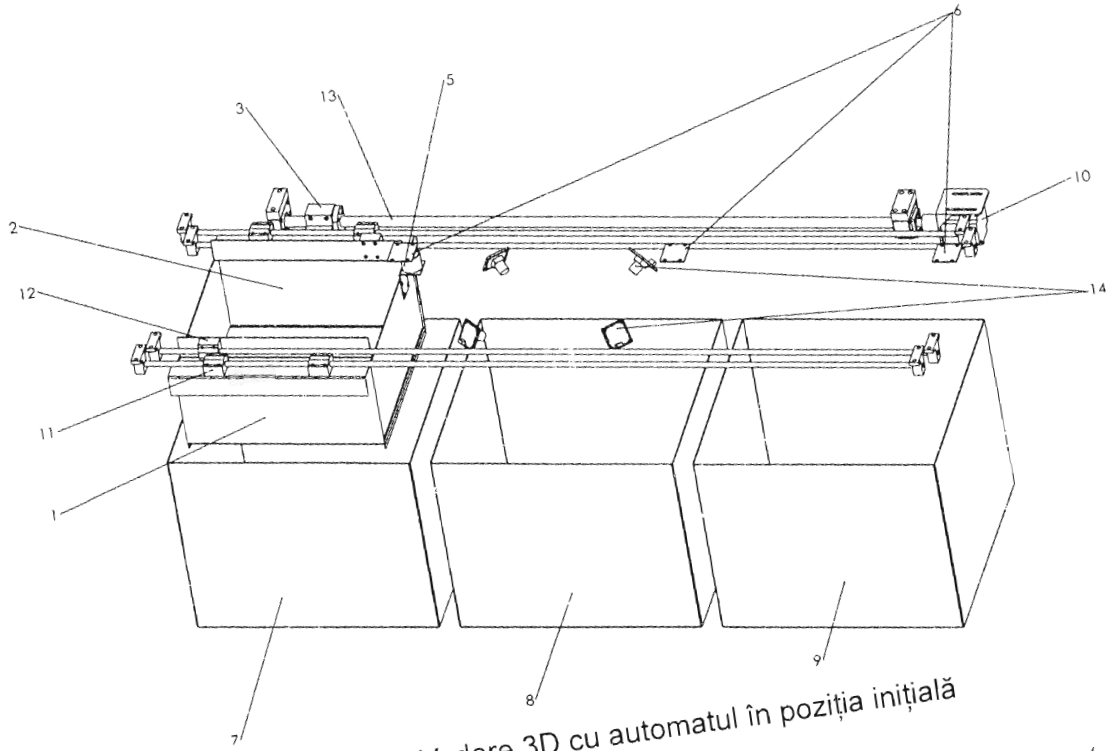


Figura 1. Vedere 3D cu automatul în poziția inițială

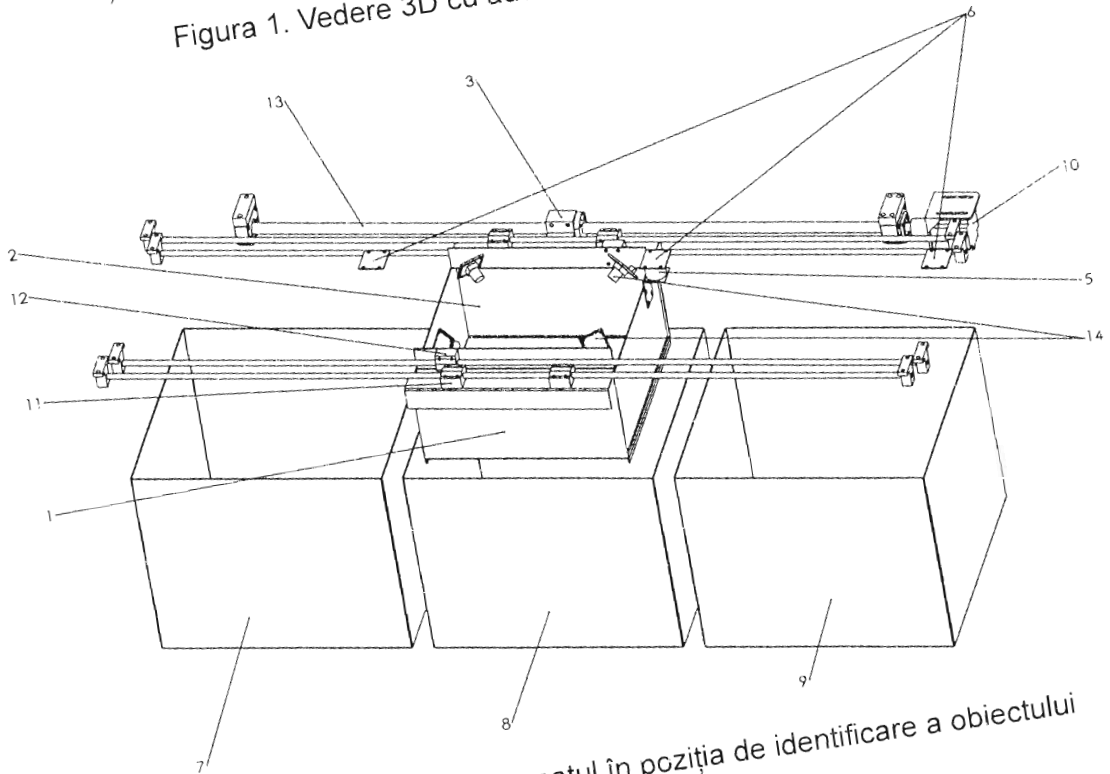


Figura 2. Vedere 3D cu automatul în poziția de identificare a obiectului

Handwritten signature

Handwritten signature

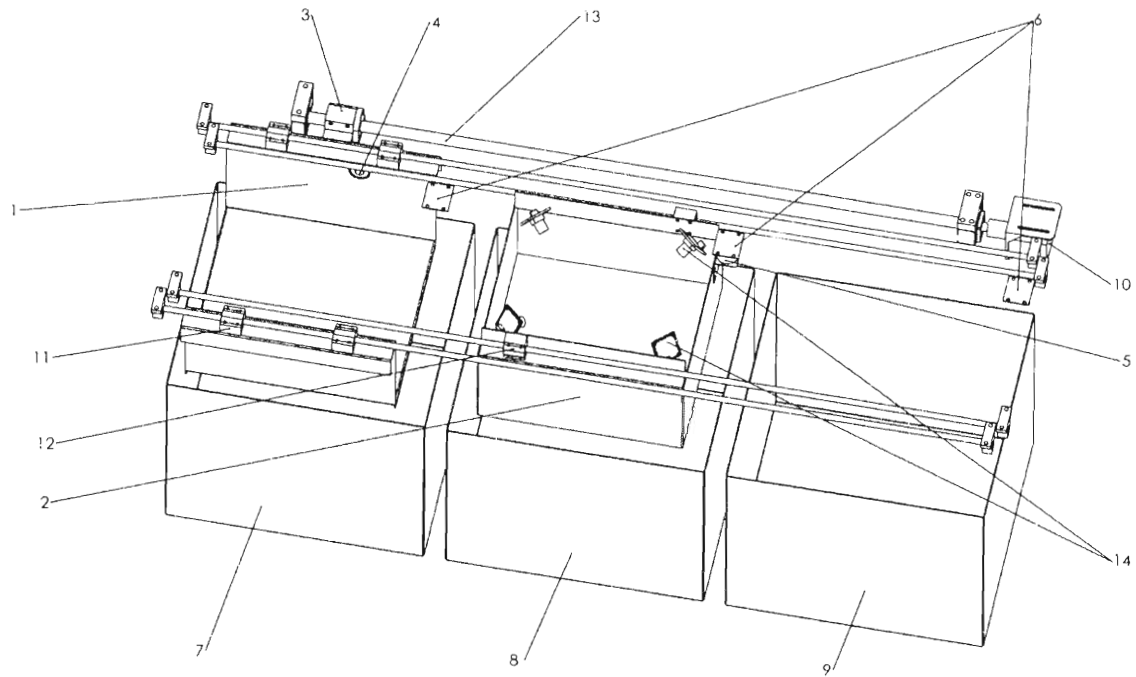


Figura 3. Vedere 3D cu automatul în poziția de aruncare a obiectului în recipientul pentru hârtie

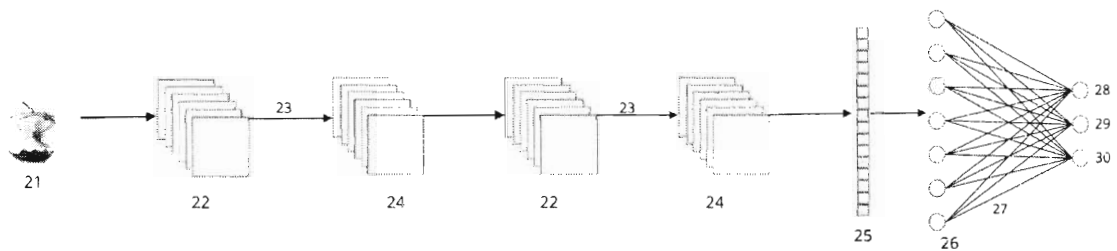


Figura 4. Rețeaua neuronală convoluțională