



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00493

(22) Data de depozit: 05/08/2020

(41) Data publicării cererii:  
28/02/2022 BOPI nr. 2/2022

(71) Solicitant:  
• OPEN GOV S.R.L.,  
BVD.ALEXANDRU IOAN CUZA, NR.95,  
CAMERA 2, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,  
RO

(72) Inventatori:  
• GEORGESCU IRINEL - FLORIN,  
STR.TRIUMFULUI, NR.17, AP.10C,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• COJOCEA EDUARD MARIUS,  
STR.VIGONIEI, NR.2B, BL.1, ET.4, AP.19,  
SECTOR 5, BCUREȘTI, B, RO

(74) Mandatar:  
ROMPATENT DESIGN S.R.L.,  
STR.ȚEPEȘ VODĂ NR.130, ET.1, AP.C1,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI

(54) ANALIZA DE FLUXURI DE PERSOANE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un serviciu de analiză de fluxuri de persoane disponibil online pe bază de abonament, cu aplicabilitate atât în mediul de afaceri privat, în special în piața de marketing, cât și guvernamental, de exemplu, pentru agențiile de ordine publică. Serviciul este deservit de o infrastructură bazată pe principii IoT și cloud care asigură preluarea fluxurilor video, procesarea fluxurilor video, procesarea video și afișarea rezultatelor dintr-o zonă supravegheată, precum numărul de persoane și încadrarea acestora în diverse categorii cum ar fi grupe de sex sau grupe de vârstă, corelate sau nu cu date de afaceri ale clienților. Astfel, invenția include trei componente: o componentă de preluare și o componentă de procesare a fluxurilor video bazate pe principii IoT și cloud, de procesare on-edge și utilizare de algoritmi de inteligență artificială și machine learning și o componentă de afișare a rezultatelor sub formă de statistici corelate.

Revendicări: 7  
Figuri: 6

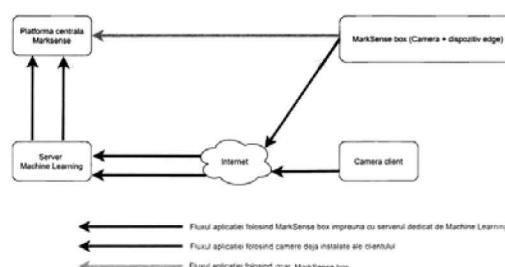
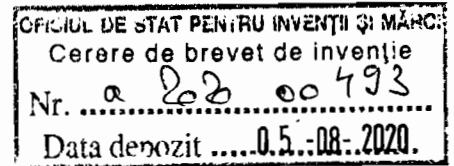


Fig. 1

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).



## Analiză de fluxuri de persoane



### Domeniul de aplicare

Invenția se referă la un serviciu de analiză de fluxuri de persoane disponibil online pe bază de abonament, SaaS (Software as a Service), cu aplicabilitate atât în mediul de afaceri privat (în special în piața de marketing), cât și guvernamental (de exemplu pentru agențiile de ordine publică). Serviciul este deservit de o infrastructură bazată pe principii IoT și cloud care asigură preluarea de flux video, procesarea video și afișarea rezultatelor din zona supravegheată precum număr de persoane și încadrarea acestora în diverse categorii, cum ar fi grupe de sex sau grupe de vârstă. Pentru mediul de afaceri, corelate cu alte informații provenite din vânzări, promoții sau campanii de marketing, aceste informații produc rezultate de „business intelligence” care sunt extrem de utile mai ales pentru magazinele medii și mari (mall-uri, supermarket-uri, magazine de bricolaj etc.). Cu aplicabilitate directă în domeniul ordinii publice, platforma poate oferi informații în timp aproape real privind numărul de persoane și fluctuația acestora în timp, de interes pentru agențiile guvernamentale cu atribuții în acest domeniu în cazul supravegheții de evenimente în aer liber precum concerte, manifestații.

### Stadiul tehnicii

O soluție similară cu cea prezentată în acest document este *DigiTraffic – Sistem pentru analiza fluxului de persoane* (<https://www.digitrafic.ro/>) dezvoltată de Quartz Matrix. Dezavantajele acestei soluții sunt următoarele:

- Sunt necesare investiții de infrastructură semnificative pentru a putea implementa această soluție la client;
- Sunt necesare mai multe camere video pentru a putea realiza monitorizarea fluxului de persoane;
- Efectuează doar urmărirea și numărarea persoanelor, nu face și o clasificare a acestora în funcție de vârstă sau gen.

### **Prezentare sintetică a invenției**

Problema tehnică este reprezentată de lipsa unei soluții flexibile care să asigure analiza de fluxuri de persoane din zone cu densitate mare de persoane, caracterizate prin ocluziuni multiple, în corelare cu alte date de business ale clienților, precum vânzarea unui tip de produs în cadrul unei campanii corelat cu numărul de clienți de un anumit gen sau vârstă.

Invenția este reprezentată de un serviciu de analiză de fluxuri de persoane pus la dispoziția clienților sub formă de abonament, fără investiții din partea clienților în infrastructură de procesare și de stocare. Serviciul se bazează pe o platformă integrată compusă din 3 componente, cu un grad ridicat de flexibilitate în ceea ce privește scenariile în care poate fi implementată pentru a deservi cât mai eficient nevoile clienților, în funcție de context. Platforma integrată include: un modul de cameră video, adaptat necesităților platformei, conceput pentru transmiterea fluxurilor video/imagini/date la platforma centrală, o componentă software de preluare și prelucrare a fluxurilor video/imagini provenite de la modulul de cameră video și aplicarea algoritmilor de inteligență artificială pentru extragerea informațiilor vizând aspecte cantitative și de plasare în categorii a datelor și o platformă centrală software, accesibilă online, de prezentare, introducere, corelare și analiză tip business intelligence a informațiilor provenite de la componenta video și de procesare video și a celor provenite direct de la utilizatori.

Pe scurt, soluția include 3 componente: o componentă de preluare de flux video, o componentă de procesare de flux video bazată pe machine learning și o componentă centrală software cu capabilități de business intelligence pentru afișarea rezultatelor.

### **Avantaje**

Serviciul, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- Avantajul flexibilității implementării soluției în funcție de scenariul cel mai favorabil. Soluția permite implementarea conform următoarelor scenarii:
  - preluare de flux video din CCTV client → procesare video în cloud → vizualizare statistici prin intermediul platformei centrale;
  - preluare de flux video utilizând MarkSense-Box → preprocesare on-edge pe MarkSense-Box și procesare video in cloud → vizualizare statistici prin intermediul platformei centrale;

- preluare de flux video utilizând MarkSense-Box → procesare integrală on-edge pe MarkSense-Box → vizualizare statistici prin intermediul platformei centrale;
- Avantajul alegerii unui abonament conform nevoilor clientului. Serviciul de analiză de fluxuri de persoane va fi furnizat în regim SaaS pe bază de abonament, diferența dintre tipul Standard și tipul Custom fiind reprezentată de posibilitatea de a genera statistici corelat sau nu cu datele de business ale clientului;
- Avantajul abordării IoT cu procesare embedded la nivelul MarkSense-Box (preluare și procesare video on-edge);
- Avantajul rulării în cloud, fără investiții în infrastructură din partea clientului;
- Utilizarea de standarde deschise și tehnologii open source pentru a evita dependența de furnizorii de hardware și software;
- Multi-user și multi-tenant;
- Avantajul utilizării algoritmilor proprii de clasificare pe grupe de vârstă și sex prin dezvoltarea de la zero a două rețele neuronale;
- Avantajul utilizării unor rețele care pot fi ușor reantrenate după ce încep să fie folosite, cu scopul de a îmbunătăți performanța;
- Avantajul unei arhitecturi modulare în zona de ML, unde diverse modele și algoritmi pot fi cu ușurință înlocuiți de versiuni noi, mai performante;
- Utilizarea unei baze de date bazată pe serii de timp care facilitează realizarea de analize;
- Conformitatea cu GDPR – soluția nu stochează fluxul video decât pe parcursul și în scopul procesării video, iar utilizatorii nu au acces decât la informații sub formă de grafice și statistici prin intermediul platformei centrale.

### **Prezentarea figurilor (schitelor/desenelor)**

În continuare, invenția va fi descrisă în detaliu, cu referire la Figura 1, care prezintă arhitectura de nivel înalt a platformei integrate.

Modulul de tip cameră, MarkSense-Box, reprezintă componenta hardware care preia fluxul video și care include un chip de procesare de inteligență artificială (AI) capabil să realizeze procesare on-edge a fluxului video și învățare automată (ML). Fluxul video și/sau rezultatul procesării AI este transmis în cloud prin intermediul gateway-ului de comunicații. MarkSense-Box include și un router industrial cu modul WiFi și Bluetooth

pentru interconectarea componentelor și conexiunea acestui dispozitiv IoT cu exteriorul. Schițele MarkSense-Box sunt reprezentate în Figura 2.

Gateway-ul de comunicații este un modul al platformei centrale care gestionează comunicarea cu camera și cu dispozitivele embedded. Modulul de procesare evenimente realizează transformarea și inferența datelor de business din evenimentele recepționate. Modulul de management al dispozitivelor din platforma centrală reprezintă componenta responsabilă pentru provizionarea, operarea și actualizarea dispozitivelor.

Managementul clienților și al utilizatorilor este modulul care gestionează entitățile client și utilizator, platforma fiind multi-user și multi-tenant. Această componentă permite asocierea unui dispozitiv unui anumit client, precum și crearea și editarea atributelor utilizatorilor pentru fiecare client, acordarea și revocarea drepturilor de acces pentru utilizatori. Capturile de ecran pentru managementul clienților și al utilizatorilor sunt prezentate în Figura 3 și în Figura 4.

Componenta Machine Learning (ML) asigură generarea de informații de business prin contorizarea numărului de persoane și prin clasificarea acestora pe grupe de vârstă și sex. Este important de menționat ca Componenta Machine Learning nu este neapărat un modul unitar. Astfel, în funcție de scenariul de utilizare, generarea informațiilor (numărul de persoane și clasificarea în funcție de vârstă și sex) poate fi realizată în mai multe moduri. În Figura 1 avem cele 3 scenarii, fiecare cu propriul flux:

- Primul scenariu, este cel în care este folosit MarkSense box pentru achiziția de date. Astfel, o parte din prelucrarea fluxului video este realizată de dispozitivul edge din interiorul MarkSense box, care trimite prin internet mai departe fluxul video parțial prelucrat către serverul dedicat, acesta din urmă realizând restul de procesări. Rezultatele obținute sunt trimise către serverul care găzduiește platforma centrală.
- Al doilea scenariu, este cel în care sunt folosite camere video ale clientului. Astfel, fluxul video este preluat prin internet de către serverul dedicat și prelucrat în integralitate. Rezultatele obținute sunt trimise către serverul care găzduiește platforma centrală.
- Al treilea scenariu, este cel în care este folosit doar MarkSense box. Astfel, acesta este responsabil de întreaga procesare a fluxului video. Rezultatele obținute sunt trimise către serverul care găzduiește platforma centrală.

Modulul de Business Intelligence (BI) prezintă datele provenind de la dispozitive și cele rezultate în urma procesării ML într-o formă grafică, permițând agregări, filtrări și comparații pe toate dimensiunile hiper-cubului. Toate aceste tipuri de vizualizări sunt afișate într-un ecran de tip dashboard prezentat în Figura 5.

Monitorizarea reprezintă componenta care oferă informații statistice despre gradul de utilizare și performanță, precum și log-uri de securitate și metrice privind starea sistemului. O captură de ecran este prezentată în Figura 6.

### **Descrierea detaliată a invenției**

Invenția este reprezentată de un serviciu de analiză de fluxuri de persoane pus la dispoziția clienților sub formă de abonament, fără investiții din partea clienților în infrastructură de procesare și de stocare. Abonamentele sunt de 2 tipuri, Standard și Custom, diferența dintre cele două tipuri de abonament fiind aceea că, în cazul abonamentului Standard, clienții vor putea vizualiza în platforma centrală doar informații privind numărul de persoane din zona supravegheată într-o anumită perioadă, precum și diverse clasificări ale acestora pe grupe de vârstă și grupe de sex. În schimb, în cazul abonamentului de tip Custom, clienții vor putea vizualiza informațiile prezentate anterior la tipul de abonament Standard în corelare cu propriile date de business (de ex. vânzări în perioada analizată).

Serviciul se bazează pe o platformă integrată compusă din 3 componente, cu un grad ridicat de flexibilitate în ceea ce privește scenariile în care poate fi implementată soluția pentru a deservi cât mai eficient nevoile clienților în funcție de context. Soluția permite implementarea conform următoarelor scenarii:

- componenta de preluare de flux video este reprezentată de camerele din sistemul CCTV al clientului → fluxul video astfel preluat este transmis în cloud pe serverul dedicat de procesare video pe care rulează algoritmi de inteligență artificială și machine learning → datele de tip serii de timp rezultate sunt transmise către platforma centrală de business intelligence accesibilă utilizatorilor;
- componenta de preluare de flux video este reprezentată de componenta dezvoltată în cadrul invenției MarkSense-Box → MarkSense-Box include atât cameră video, cât și module de procesare video și de comunicații astfel că se poate realiza o preprocesare on-edge, în apropierea sensorului video, cantitatea de informație video de procesat transmisă către serverul de procesare video din cloud fiind astfel

diminuată → datele de tip serii de timp rezultate sunt transmise către platforma centrală de business intelligence accesibilă utilizatorilor;

- componenta de preluare de flux video este reprezentată de componenta dezvoltată în cadrul invenției MarkSense-Box → MarkSense-Box include atât cameră video, cât și module de procesare video și de comunicații astfel că se poate realiza o procesare integrală a fluxului video on-edge, în apropierea senzorului video, nemaifiind nevoie de procesare pe serverul de procesare video din cloud; varianta aceasta are performanțe mai scăzute, algoritmi rulați fiind într-o versiune light, dar este necesară în momentul în care nu există posibilitatea de a transmite în cloud o cantitate mare de date așa cum necesită fluxurile video (de exemplu, în cazul monitorizării de evenimente organizate în aer liber în care transmisia de date se face prin module 3G/4G) → datele de tip serii de timp rezultate sunt transmise către platforma centrală de business intelligence accesibilă utilizatorilor;

În continuare va fi prezentată invenția prin descrierea pe larg a celor 3 componente: componenta de preluare de flux video MarkSense-Box, componenta de procesare de flux video bazată pe algoritmi de inteligență artificială și machine learning și o componentă de business intelligence pentru afișarea rezultatelor.

### **Modulul cameră video – MarkSense-Box**

Reprezintă componenta hardware a invenției, un ansamblu integrat de preluare flux video, procesare video și comunicații, fiind un dispozitiv tipic IoT.

Camera (senzorul) pentru preluare de flux video este Hikvision IP 2.0 MP DS-2DE2204IW-DE3W full HD 1080p cu rezoluție 1920x1080 pixeli și 25 fps.

Chip-ul de procesare imagini, este componenta fizică principală a MarkSense-Box care se ocupă de rularea algoritmilor de procesare de imagini lângă senzor (procesare on-edge), în special al acelor care intră în categoria inteligență artificială / învățare automată. Chip-ul de procesare este Nvidia Jetson Nano Developer Kit. Acesta beneficiază de o placă de bază 128-core NVIDIA Maxwell, un procesor Quad-core ARM A57 @ 1.43 GHz, memorie 4GB 64-bit LPDDR4 25.6 GB/s, asigură conectivitate Gigabit Ethernet 10/100/1000BASE-T, codificare/decodificare video 4K, porturi HDMI, USB, PoE.

Comunicația ansamblului MarkSense-Box cu exteriorul și interconectarea de date a componentelor interne este asigurată prin intermediul routeru-ului industrial Teltonika

RUTX10. Acesta este un router wireless extrem de stabil și fiabil, destinat aplicațiilor industriale. Asigură conectivitatea ansamblului printr-un port WAN și 3 porturi LAN 10/100/1000 Mbps, Wave-2 802.11ac Dual Band WiFi cu viteze de până la 867 Mbps, Bluetooth 4.0.

În interiorul carcasei sunt montate chip-ul de procesare Nvidia Jetson Nano Developer Kit, router-ul industrial Teltonika RUTX10, prelungitorul electric și prelungitoare pentru rețea, USB și HDMI. În exteriorul cutiei sunt montate, pe carcasă, în partea de jos a acesteia, camera Hikvision IP 2.0 MP DS-2DE2204IW-DE3/W pentru a se asigura rotirea acesteia pe verticală și orizontală și, în partea de sus a carcasei, antenele WiFi pentru a nu obtura semnalul.

Carcasa este realizată din Plexiglass de 5mm care asigură rezistența necesară la acțiuni mecanice și, în același timp, asigură o masă totală a ansamblului cu toate componentele montate sub 3.5kg. Părțile laterale ale carcasei sunt îmbinate cu partea din spate a acesteia și lipite cu un adeziv care dizolvă parțial materialul pentru o bună îmbinare mecanică. Pentru facilitarea procesului de montaj sunt generate găuri de tip dinți pe marginile părților laterale și pe spatele cutiei pentru a exista doar o singură poziție de montaj. Prinderea capacului carcasei se realizează cu șuruburi de protecție antifracție. Prinderea efectivă se face prin poziționarea pe colțurile cutiei, dar și în partea de jos, pe mijloc, unde se află camera, a unor suporturi pentru montaj care se lipesc de restul cutiei și au găuri speciale pentru a prinde capacul cu șuruburi. Soluția de a prinde capacul și pe mijloc în partea de jos este din motive pur tehnice pentru a nu permite eventuala deformare a Plexiglass-ului din cauza greutateii camerei.

Carcasa dispune pe partea din spate de 4 găuri pentru a se asigura montajul pe perete, atât pe un perete de gips carton, cât și pe un perete de beton sau cărămidă cu dibluri adecvate.

În interior, chip-ul de procesare este poziționat pe partea laterală a carcasei pentru a se asigura buna ventilare a acestuia și acces-ul la porturi și slotul de card de memorie. Routerul și prelungitorul electric sunt montate pe placa din spate a carcasei pentru un acces facil către porturile routerului și pentru conectarea simplă a diferitelor alimentatoare în prize. Antenele și porturile RJ45, HDMI și USB sunt montate în partea de sus a carcasei pentru a micșora cât mai mult traseele cablurilor prin carcasă având în vedere și poziționarea chip-ului Jetson și a router-ului.



Conectarea camerei cu chip-ul de procesare Jetson se face prin cablu de rețea pentru o viteză mai mare de transfer a datelor prin intermediul router-ului. Conexiunile între dispozitive (cameră, chip de procesare, router, alimentatoare) se realizează în interiorul carcasei. Pe carcasa sunt montate porturi RJ 45, HDMI și USB ce permit conectarea la dispozitive fără demontarea capacului carcasei în cazul efectuării de task-uri administrative on-site.

În interiorul carcasei este montat un prelungitor electric cu protecție la supratensiuni, funcție auto ID, antistatic, buton power on/off. Dispune și de 6 porturi USB-A de 3.4 A cu care se pot alimenta diferite componente care au nevoie de o asemenea alimentare și 3 prize schuko 2500W – 10A. Camera are alimenator propriu, cu tensiune de intrare între 100 și 240 V la 50/60Hz consumând 0.5A și o ieșire de curent continuu de 12 V cu 1A. Router-ul are alimentator propriu cu intrare între 100 și 240 V la 50/60Hz consumând 0.6A și o ieșire de 12 V curent continuu la 1.5A. Chipul de procesare Jetson se alimentează direct de la prelungitorul de curent prin unul din porturile USB-A utilizând un cablu USB-A – Micro-USB Type-B de 2A. Alimentarea chip-ului Jetson prin Micro-USB Type-B suportă maxim 2A.

Pentru a asigura răcirea tuturor componentelor aflate în interiorul carcasei, dar în special a chip-ului de procesare Jetson, carcasa este prevăzută cu găuri de ventilare. Sunt prevăzute găuri de ventilare pe cele 2 laterale ale carcasei, în partea de sus pentru evacuarea aerului cald și în partea de jos a carcasei pentru admisia aerului rece.

### **Modulul Machine Learning – software**

Extragerea informațiilor dorite din fluxurile video, și anume numărul de persoane și clasificarea în funcție de sex și vârstă, se realizează folosind mai multe modele și algoritmi de Machine Learning. Astfel, primul lucru necesar este reprezentat de detecția persoanelor din fluxul video. Pentru această problemă se folosește un model de Rețea Neuronală Convoluțională, foarte popular și cu performanțe ridicate, atât din punctul de vedere al calității detecțiilor, dar și al vitezei, care este numit prin acronimul YOLOv3 (Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). Yolov3: An incremental improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767.). Folosind acest model, este posibilă detecția majorității oamenilor dintr-o imagine, dacă aceștia au o dimensiune relativă suficient de mare și nu sunt complet ocludați. Pe baza acestor detecții, oamenii sunt ulterior urmăriți pe măsură ce se deplasează. Acest lucru este necesar pentru a nu număra

de mai multe ori aceeași persoană. Astfel, la fiecare cadru din fluxul video, o persoană care apare în cadrele anterioare nu mai este numărată din nou, ci doar persoanele care nu au aparut în fluxul video într-un anumit interval de timp. Pentru această problemă se folosește un model numit Deep SORT (Wojke, N., Bewley, A., & Paulus, D. (2017, September). Simple online and realtime tracking with a deep association metric. In 2017 IEEE international conference on image processing (ICIP) (pp. 3645-3649). IEEE.) care permite urmărirea persoanelor în fluxurile video, folosind distanța euclidiană, filtre Kalman și o Rețea Neuronală Convoluțională care e capabilă să detecteze dacă două imagini reprezintă aceeași persoană sau două persoane diferite. Astfel, inclusiv persoanele care ies din scenă pentru perioade extinse de timp pot fi ulterior recunoscute ca fiind deja numărate, astfel reducând eroarea algoritmului de numărare. După ce detecția și urmărirea oamenilor sunt realizate, se folosesc două Rețele Neuronale Convoluționale, una pentru clasificarea în funcție de sex, cealaltă în funcție de vârstă. Spre deosebire de modelul YOLOv3, care este deja antrenat, cele două rețele au fost proiectate și antrenate separat. Acestea utilizează fețele persoanelor detectate și urmărite pentru a realiza clasificările. Arhitecturile celor două modele sunt:

- Clasificarea în funcție de sex:
  - Strat de intrare de 128x128 de pixeli;
  - Strat de convoluție cu 32 de filtre 3x3, funcție de activare ReLU;
  - Strat de max pooling bidimensional 2x2;
  - Strat de convoluție cu 64 de filtre 7x7, funcție de activare ReLU;
  - Strat de max pooling bidimensional 2x2;
  - Strat de convoluție cu 64 de filtre 5x5, funcție de activare ReLU;
  - Strat de convoluție cu 64 de filtre 3x3, funcție de activare ReLU;
  - Strat de max pooling bidimensional 2x2;
  - Strat dens cu 64 de neuroni, funcție de activare ReLU;
  - Strat dens de ieșire, cu 2 neuroni.
- Clasificarea în funcție de vârstă:
  - Strat de intrare de 128x128 de pixeli;
  - Strat de convoluție cu 32 de filtre 3x3, funcție de activare ReLU;
  - Strat de max pooling bidimensional 2x2;
  - Strat de convoluție cu 64 de filtre 5x5, funcție de activare ReLU;

- Strat de convoluție cu 64 de filtre 5x5, funcție de activare ReLU;
- Strat de convoluție cu 64 de filtre 3x3, funcție de activare ReLU;
- Strat de convoluție cu 64 de filtre 3x3, funcție de activare ReLU;
- Strat de max pooling bidimensional 2x2;
- Strat dens cu 128 de neuroni, funcție de activare ReLU;
- Strat dens de ieșire, cu 4 neuroni.

Ambele modele au fost antrenate pentru 50 de epoci, folosind „Adam” ca algoritm de optimizare.

### **Platforma centrală software - MarkSense**

Platforma centrală software rulează în cloud și asigură interfața de prezentare, introducere, corelare și analiză tip business intelligence a informațiilor provenite de la componenta video și de procesare video și a celor provenite direct de la utilizatori.

#### Funcționalitățile aplicației

Aplicația oferă următoarele funcționalități:

- Aplicația afișează informațiile de tip serii de timp în formă grafică, sub forma a diverse tipuri de chart-uri.
- Chart-urile suportate sunt următoarele: line chart, pie chart, heatmap chart, bar chart.
- Informațiile de tip serie de timp referitoare la persoane afișate în chart sunt dintre următoarele: număr total de persoane din cadru, număr de persoane de sex feminin din cadru, număr de persoane de sex masculin din cadru, număr de copii din cadru, număr de adolescenți din cadru, număr de adulți din cadru, număr de persoane în vârstă din cadru, volum vânzări.
- Aplicația permite filtrarea pentru fiecare dintre seriile de timp menționate după: perioada de timp, camera video, eticheta camerei video, tipul de algoritm video utilizat pentru detecție și trasabilitate.
- Algoritmii de detecție și trasabilitate suportați în aplicație sunt următorii: Snap (instanța cu numărul de persoane din cadru la momentul respectiv), Track In (detectează numărul de persoane din fiecare categorie care a intrat în cadru la momentul respectiv), Track Out (detectează numărul de persoane care au ieșit din cadru la momentul respectiv).

- Perioadele de timp afișate ca și posibilitate de filtrare sunt următoarele: 7 zile, 30 de zile, 180 de zile, 365 de zile, sau perioada definită de utilizator pornind de la o dată, până la altă dată (datele sunt introduse în controale de tip calendar, care permit selecția anului, lunii și a zilei din lună).
- Graficele afișează informații dintr-o singură perioadă de timp sau permit comparația între aceeași serie de timp, între două perioade de timp diferite (ex: comparație între numărul de adulți din ultimele 180 de zile și numărul de adulți din perioada anterioară de 180 de zile).
- În cazul afișării comparative între două perioade de timp, utilizatorul poate alege perioada de timp secundă ca fiind perioada imediat anterioară din punct de vedere cronologic celei curente, perioada anterioară celei anterioare etc. (Prima perioadă anterioară, A doua perioadă anterioară, A treia perioadă anterioară, A patra perioadă anterioară, A cincea perioadă anterioară).
- În cazul afișării de informații captate pe durata unei singure perioade de timp, utilizatorul poate opta pentru comparație între două serii de timp, pe parcursul respectivei serii de timp. Astfel, se pot realiza afișări comparative între categoriile bazate pe gen (masculin comparat cu feminin, sau vice versa) sau între categoriile bazate pe vârstă (număr de copii comparat cu număr de adulți, număr de adulți comparat cu număr de persoane în vârstă etc).
- În cazul afișării unei singure serii de timp, utilizatorul poate alege seria de timp care se va afișa în cele două perioade de timp comparate (număr total de persoane, număr de persoane de gen masculin, număr de persoane de gen feminin, număr de copii, număr de adolescenți, număr de adulți, număr de persoane în vârstă).
- Aplicația permite afișarea unui număr de grafice într-un ecran de tip dashboard (ecran de bord), în care pentru fiecare grafic se pot selecta filtrele și seriile de timp într-o manieră independentă de selecțiile din celelalte grafice, la alegerea utilizatorului.
- În funcție de dimensiunea temporală a perioadei de timp selectate pentru un grafic, aplicația alege în mod automat o fereastră de timp (time bucket) care va fi utilizată ca și granularitate de agregare a informațiilor de tip serii de timp afișate.
- Aplicația permite încărcarea de fișiere care reprezintă surse de date proprii clientului și preluarea ca serii de timp a unor informații relevante pentru domeniul de activitate al clientului din aceste fișiere. Informațiile încărcate de clienți în platforma MarkSense trebuie să fie de tip serie de timp.

- Platforma centrală permite gestionarea de către administratorii aplicației a entităților de business specifice MarkSense: companii, camere, asociere cameră la o companie, utilizatori și privilegiile de acces ale acestora.
- Pentru fiecare dintre entitățile mai sus menționate aplicația permite vizualizarea într-un format tabelar paginat, vizualizarea detaliilor pentru fiecare instanță de entitate, editarea fiecărei instanțe de entitate și stergerea fiecărei instanțe de entitate.
- Accesul la entități și la operațiunile aferente acestora se realizează conform privilegiilor de acces ale utilizatorilor.
- Administratorii aplicației MarkSense (cu rolul *Admin*) au acces la toate entitățile și instanțele acestora.
- Administratorii nominalizați din partea unui client (cu rolul *Admin Companie*) au acces doar la entitățile asociate companiilor din care fac parte. Chiar și în acest caz un *Admin Companie* nu va putea realiza anumite operațiuni precum: creare și ștergere companie, asociere cameră la o companie. El are acces doar la operațiile de creare, editare și ștergere utilizatori asociați companiei din care face parte, și va putea defini etichete (*label-uri*) pentru camerele asociate companiei sale.
- Utilizatorii cu drepturi normale de acces la informațiile asociate companiilor din care fac parte (cu rolul *User*) pot doar să vizualizeze instanțele de entități și seriile de timp (referitoare la persoane sau la domeniul de activitate al clientului) asociate companiilor lor.
- Aplicația afișează informații privind memoria totală și memoria disponibilă aplicației. Informațiile privind memoria sunt separate în informații despre memoria totală, memoria heap (gestionată de garbage collector) și memoria non-heap.
- Aplicația afișează informații despre timpul de execuție al proceselor interne procesului de garbage collection.
- Aplicația afișează informații despre numărul de fire de execuție și starea acelor fire de execuție (număr total de fire execuție, număr de fire de execuție în așteptare, număr de fire de execuție blocate).
- Aplicația afișează numărul total de request-uri de tip HTTP la care serverul a răspuns cu succes, sau cu eroare, respectiv timpul de execuție mediu total și timpul de răspuns mediu la 15 minute, la 5 minute și la 1 minut.
- Pentru fiecare operație REST expusă de serverul web, aplicația afișează numărul de execuții și timpii minim, mediu și maxim de execuție.

- Aplicația afișează spațiul de stocare total și spațiul de stocare disponibil aplicației.
- Aplicația afișează starea de funcționare a aplicației, stare ce este monitorizată prin execuția unor interogări la intervale de timp prestabilite.
- Aplicația afișează pentru fiecare utilizator momentul de timp în care a încercat să acceseze aplicația (login), precum și rezultatul respectivei operațiuni (succes sau eroare).
- Aplicația permite stabilirea nivelului de afișare a mesajelor în funcție de nivelul de gravitate al respectivelor mesaje, pentru fiecare logger în parte.
- Loggerele sunt ierarhice în funcție de pachetul Java, respectiv clasa Java de unde sunt apelate.
- Atât interfața grafică cât și interfața API REST sunt expuse către Internet prin intermediul unui firewall, care permite accesul doar la anumite porturi și URL-uri expuse de aplicație, respectiv monitorizează traficul și întrerupe accesul acelor conexiuni pe care detectează posibile amenințări.
- Comunicarea cu browserele, respectiv cu modulele video instalate pe teren (în locațiile clientilor) se realizează criptat prin HTTPS.
- Pentru camerele video se utilizează 2-way SSL, respectiv fiecărei camere îi este distribuit câte un certificat care va fi utilizat pentru autentificarea camerei de către server.
- Accesul la nivel de aplicație este permis numai cu utilizator de aplicație și cu o parolă acceptată de platforma centrală.
- Fiecare utilizator are acces numai la anumite operațiuni expuse de serverul web.
- Fiecare utilizator are acces doar la informațiile care aparțin companiei din care face parte.
- Informațiile sensibile sunt stocate criptat sau hash-uite în baza de date (de exemplu: parolele utilizatorilor).

### Arhitectura aplicației

Aplicația este dezvoltată pe platforma Java care este o tehnologie matură, oferă independență de platformă deoarece poate fi rulată pe o multitudine de sisteme de

calcul și pe o multitudine de sisteme de operare (Microsoft Windows, Linux, Unix, MacOS etc.).

Pentru realizarea aplicației a fost utilizat JHipster, un framework de dezvoltare rapidă de aplicații Web Java bazate pe Spring Boot și Angular. Angular este un framework pentru dezvoltare de aplicații web de tip Single Page Application (SPA). Aplicațiile de tip SPA sunt aplicații care nu reîncarca pagina curentă și nici nu utilizează redirectionări spre alte pagini ci înlocuiesc acele părți ale paginii curente care trebuie modificate în urma realizării unei operațiuni de către utilizator. Astfel, comportamentul acestor aplicații este mult mai apropiat de comportamentul aplicațiilor clasice de tip desktop, iar întreruperile cauzate de încărcarea sau redirectionarea către alte pagini nu sunt vizibile utilizatorului.

Baza de date inițială utilizată pentru generarea modelului a fost PostgreSQL. Stratul de acces la baza de date utilizează ca și librărie de mapare a modelului obiectual la modelul relațional librăria consacrată Hibernate, iar stratul de business este expus ca și endpoint-uri de tip REST cu ajutorul Spring Framework către front-end și nu numai. Pentru a putea gestiona serii de timp (datele culese de la modulul cameră video) baza de date PostgreSQL a fost înlocuită, după generarea inițială a aplicației, cu baza de date TimescaleDB. Aceasta este o baza de date specializată pe stocarea de serii de timp, bazată pe PostgreSQL, care are marele avantaj că prezintă o interfață de programare Standard SQL la care se adaugă câteva funcții specializate lucrului cu seriile de timp. Astfel, pentru operațiunile de tip CRUD pentru entitățile clasice din model rămân funcționale serviciile și clasele de tip Repository care utilizează Hibernate și Spring Data, iar pentru interogările în care se lucrează cu funcții specifice seriilor de timp se utilizează interogări SQL native.

De asemenea, trebuie menționat faptul că aplicația generată, împreună cu baza de date asociată sunt încapsulate de procesul de build în două containere Docker ce pot fi instalate pe orice sistem de operare Linux cu Docker Community Edition instalat. Acest lucru permite migrarea facilă a acesteia pe orice sistem de calcul. De asemenea, platforma poate fi instalată rapid pe o platformă de tip Cloud, deoarece majoritatea acestor platforme oferă servicii de hosting al containerelor Docker.

### Modelul de date

Entitățile principale ale modelului de date sunt următoarele:

- Entitatea *Companie* are următoarele câmpuri:
  - Name: numele companiei
  - Legal ID: codul unic de înregistrare fiscală
  - Active: specifică dacă utilizatorii companiei au drept de acces la platforma MarkSense la acel moment
  - Address: adresa companiei
  - Notes: note privind compania respectivă
- Entitatea *Camera* are următoarele campuri:
  - Name: numele camerei, așa cum este afișat în platformă, inclusiv în graficele cu datele de tip serie de timp
  - Serial code: seria de pe carcasă, așa cum a fost scrisă de producător
  - Camera API Key: cheia publică cu care camera respectivă poate accesa API-ul de ingestie date expuse de platforma MarkSense
  - Camera Api Secret Key: cheia privată cu care camera respectivă poate accesa API-ul de ingestie date expus de platforma MarkSense
  - First Seen On: momentul în care respectiva cameră a început să transmită informații către platformă
  - Last Seen On: ultimul moment cunoscut în care camera a transmis informații către platformă
- Entitatea *Asociere Camera la Companie* are următoarele câmpuri:
  - Camera: Camera care se asociază cu o Companie
  - Assigned To: companie căreia i se asociază Camera
  - Assigned: momentul din care începe asocierea efectivă (din acel moment camera începe să transmită informații în platformă, din partea clientului respectiv)
  - Unassigned: momentul începând cu care camera nu mai este asociată companiei respective
  - Latitude și Longitude: poziția geografică în care este amplasată camera respectivă, pe durata asocierii ei cu compania respectivă
  - Location description: o descriere verbală a poziționării fizice a camerei în incinta sediului respectivei companii
- Entitatea *Utilizator* are următoarele câmpuri:
  - Login: numele de utilizator solicitat la introducerea credențialelor de acces în aplicație



- Email: adresa de email a utilizatorului. La această adresă aplicația va trimite mailuri pentru activare inițială cont, respectiv pentru resetare parolă
- Active: câmp boolean care specifică dacă utilizatorul este activ, respectiv dacă are dreptul de a accesa platforma MarkSense
- Company: compania de care aparține utilizatorul respectiv. Utilizatorii cu rolul *Admin* nu sunt asociați unei companii, ei având drept de acces la toate informațiile din aplicație
- Roles: lista de roluri ce îi sunt atribuite utilizatorului (*Admin*, *Admin Companie* sau *User*)
- Created date: data la care respectivul utilizator a fost creat în aplicație
- Modified by: utilizatorul care a efectuat modificări asupra respectivului utilizator
- Modified date: data la care au fost efectuate modificări asupra respectivului utilizator.

#### Protocoale de comunicație și formatul de transfer al mesajelor

Protocolul de comunicație dinspre cameră spre server este protocolul REST / HTTP 1.1. Pentru situațiile în care este necesar ca serverul să inițieze comunicația se utilizează protocolul WebSocket.

Pentru transmiterea de date între modulul cameră și platformă se utilizează formatul JSON. Pentru a avea un rezultat generic pentru toți algoritmi, se utilizează următoarea structură:

- camera\_id: conține identificatorul camerei
- timestamp: conține un timestamp al momentului în care JSON-ul este trimis
- data: conține o listă de rezultate, care vor fi detaliate mai jos. Fiecare rezultat va conține următoarele chei:
  - type: tipul algoritmului de detecție („SNAP”, „TRACK\_IN”, „TRACK\_OUT”)
    - SNAP: obține o imagine completă la un anumit moment de timp
    - TRACK\_IN: rezultate referitoare la o singură persoană care se deplasează în interiorul zonei de detecție
    - TRACK\_OUT: rezultatele referitoare la o singură persoană care se deplasează în afara zonei de detecție
  - Count: numărul de persoane; SNAP poate conține orice număr întreg, inclusiv 0, în timp ce TRACK\_IN, TRACK\_OUT va conține numai valoarea 1

- Gender: va separa persoanele numărate în 2 grupe, Male și Female
- age\_group: va separa persoanele numărate în 4 grupe, Child, Teenager, Adult, Senior
- timestamp: timestamp-ul Unix al acestui rezultat particular
- image: o codare base64 a imaginii corespunzătoare acestui rezultat; în cazul tipului de algoritm SNAP, codarea conține o imagine completă iar în cazurile de TRACK\_IN și TRACK\_OUT, codarea conține imagine decupată

## Revendicări

1. Metodă flexibilă de furnizare a analizei fluxului de persoane, **caracterizată prin aceea că** serviciul este pus la dispoziția clienților sub formă de abonament, ca SaaS, fără a fi nevoie de investiții în infrastructură din partea clienților, tipurile de abonamente fiind adaptate nevoilor clienților fie pentru a beneficia exclusiv de analize de business cu privire la numărul de persoane din zona supravegheată și clasificarea acestora pe grupe de vârstă și gen în cazul abonamentului Standard, fie pentru a beneficia de analize asupra informațiilor disponibile prin abonamentul Standard corelat cu propriile date de business (de ex. vânzări, campanii de marketing, promoții) prin intermediul abonamentului de tip Custom.

2. Metodă flexibilă de implementare a soluției de analiză de fluxuri de persoane, **caracterizată prin aceea că** se poate alege scenariul cel mai favorabil de implementare dintre următoarele trei scenarii: scenariul 1 în care preluarea de flux video se face de pe camerele CCTV ale clientului, procesarea video pe serverul de procesare video din cloud și vizualizarea statisticilor prin intermediul platformei centrale software; scenariul 2 în care preluarea de flux video se face utilizând dispozitivul IoT MarkSense-Box care realizează și o preprocesare video on-edge cu procesare video pe serverul de procesare video din cloud și vizualizarea statisticilor prin intermediul platformei centrale software; scenariul 3 în care, din cauza dificultății de a avea o conexiune de date adecvată în locația în care este amplasată camera, procesarea se face integral on-edge pe MarkSense-Box, datele de tip serii de timp rezultate având o dimensiune incomparabil mai redusă decât fluxul video, vizualizarea statisticilor făcându-se și în acest caz prin intermediul platformei centrale software.

3. Metodă de preprocesare, respectiv de procesare on-edge, în funcție de situație, **caracterizată prin aceea că** preprocesarea / procesarea se poate face embedded pe un dispozitiv de tip IoT MarkSense-Box, fapt ce reduce considerabil traficul de date între senzor și cloud.

4. Echipament de preluare flux video, **caracterizat prin aceea că** reprezintă un ansamblu complet de preluare și procesare de flux video compus din senzor, chip de procesare de algoritmi de inteligență artificială și machine learning și modul de comunicații.

5. Metodă de clasificare a persoanelor pe grupe de vârstă, **caracterizată prin aceea că** reprezintă o Rețea Neuronală Convoluțională cu o arhitectură cu 5 straturi de convoluție și un strat dens. Arhitectura a fost determinată empiric, prin antrenarea diverselor arhitecturi până când au fost obținute rezultate suficient de bune. Această rețea poate fi antrenată în continuare pentru creșterea performanțelor.

6. Metodă de clasificare a persoanelor pe grupe de sex, **caracterizată prin aceea că** reprezintă o Rețea Neuronală Convoluțională cu o arhitectură cu 4 straturi de convoluție și un strat dens. Arhitectura a fost determinată empiric, prin antrenarea diverselor arhitecturi până când au fost obținute rezultate suficient de bune. Această rețea poate fi antrenată în continuare pentru creșterea performanțelor.

7. Metodă de realizare a statisticilor la nivelul platformei centrale software, **caracterizată prin aceea că** este utilizată o bază de date orientată pe utilizarea tipurilor de date provenite de la echipamentele de preluare și procesare de flux video capabilă să gestioneze acest tip de date.

Figurile/desenule explicative

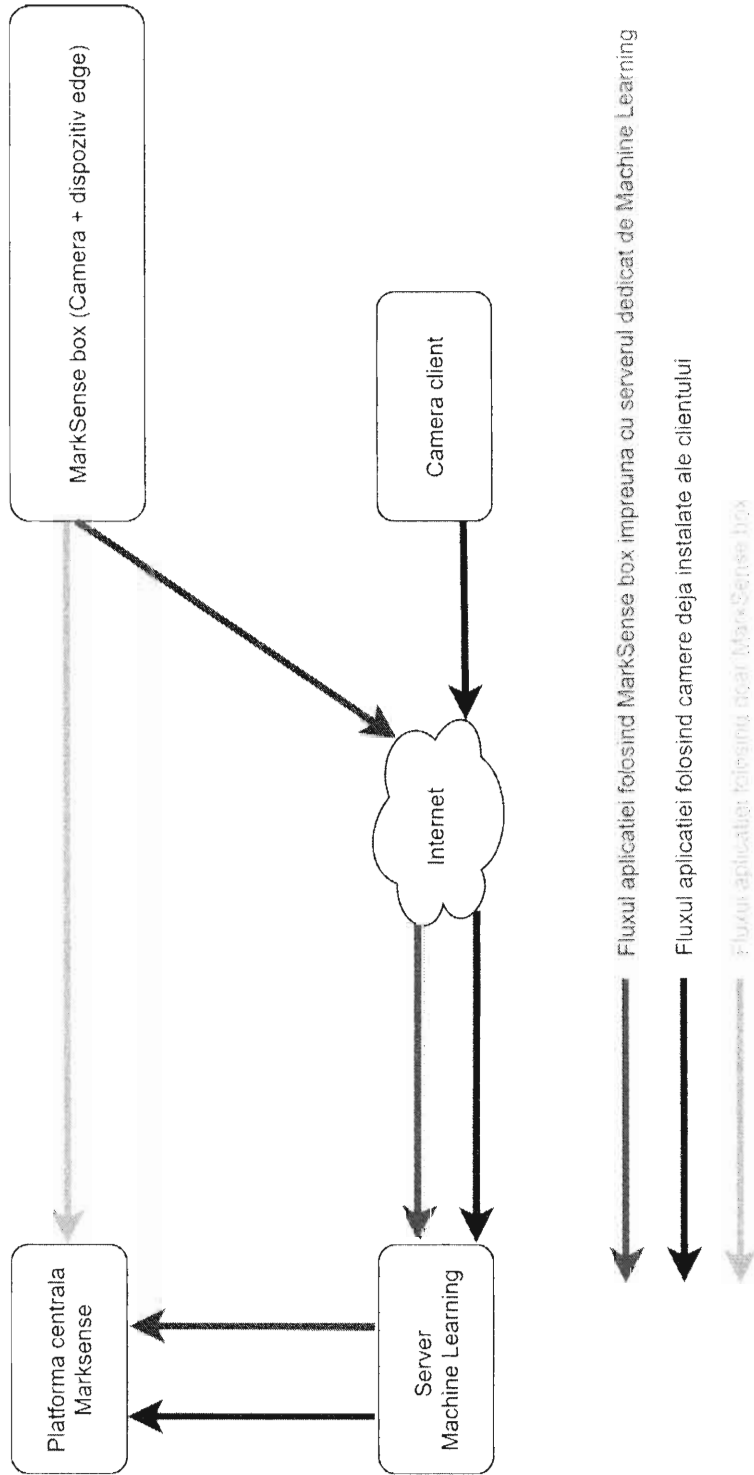


Figura 1 – Arhitectura de nivel înalt a platformei

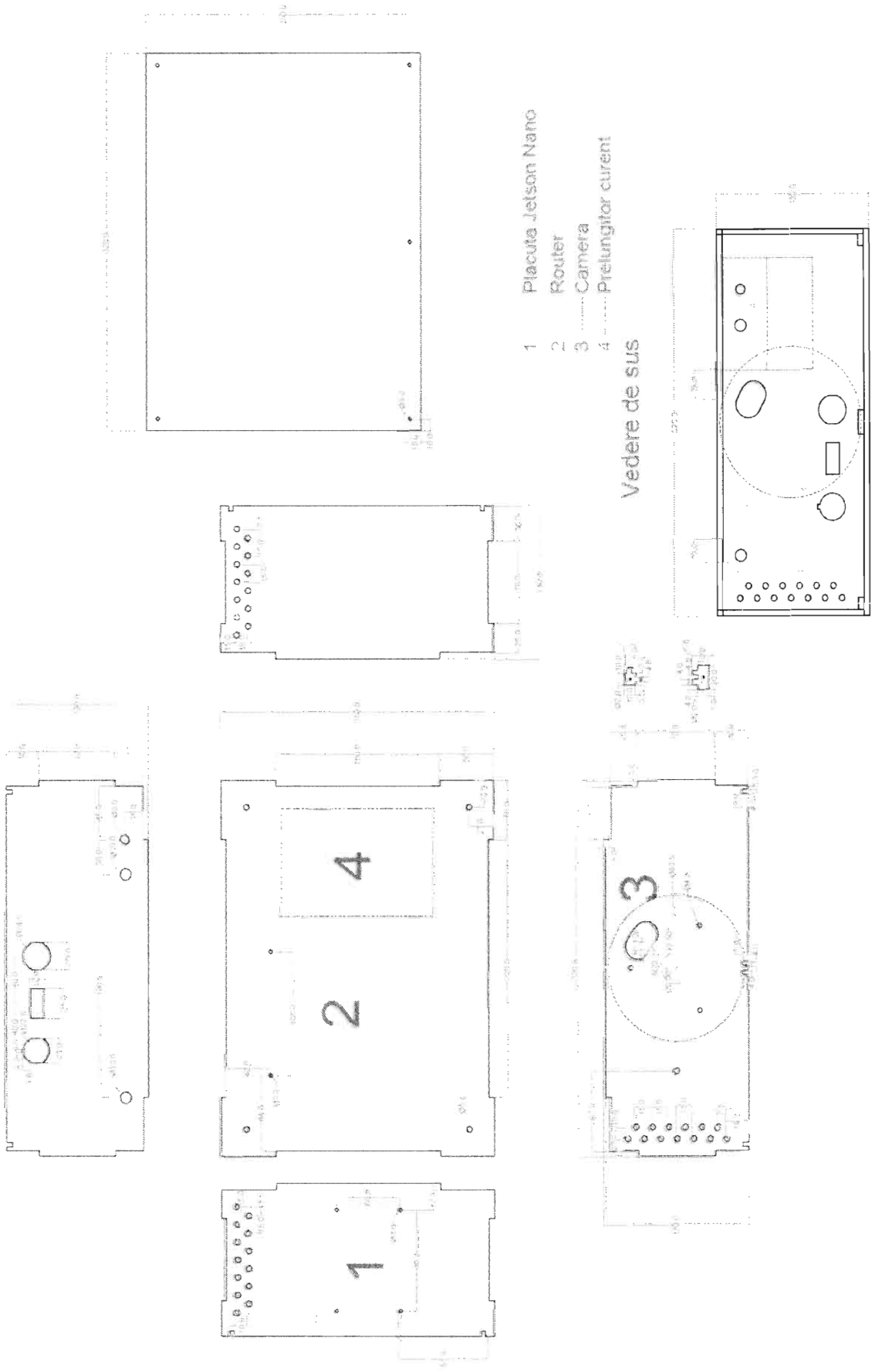


Figura 2 – Schiță MarkSense-Box

ID	Name	Location	Active	Administration	Address	Actions
1	AFI	CUI_AFI	true	22/03/2018		View Edit Delete
2	Sun Plaza	CUI Sun Plaza	true	22/03/2018		View Edit Delete
3	2701 Mall Baneasa	12345678	true	27/07/2020	Soseaua Bucuresti-Pibesti 42D, Bucuresti 015011	View Edit Delete

Figura 3 – GUI Managementul Clientilor

ID	Login	Email	Company	Language	Profiles	Created date	Ifrid	Actions
1	system	system@localhost	system	en	ROLE_USER, ROLE_ADMIN	22/03/18 08:14		View Edit Delete
3	admin	admin@localhost	admin	en	ROLE_USER, ROLE_ADMIN	22/03/18 08:14	18/03/20 14:47	View Edit Delete
4	user	user@localhost	system	en	ROLE_USER	22/03/18 08:14		View Edit Delete
5	zara		AFI	en	ROLE_ADMIN, ROLE_USER	22/03/18 08:14	27/07/20 17:14	View Edit Delete
7	stradvanus		Sun Plaza	en	ROLE_ADMIN, ROLE_USER	22/03/18 08:14		View Edit Delete
2764	test1	test1@marksense.ro	Null Baneasa	en	ROLE_COMPANY_ADMIN, ROLE_USER	27/07/20 17:21	27/07/20 19:22	View Edit Delete

Showing 1 - 6 of 6 items.

Figura 4 – GUI Managementul Utilizatorilor



Figura 5 – Dashboard



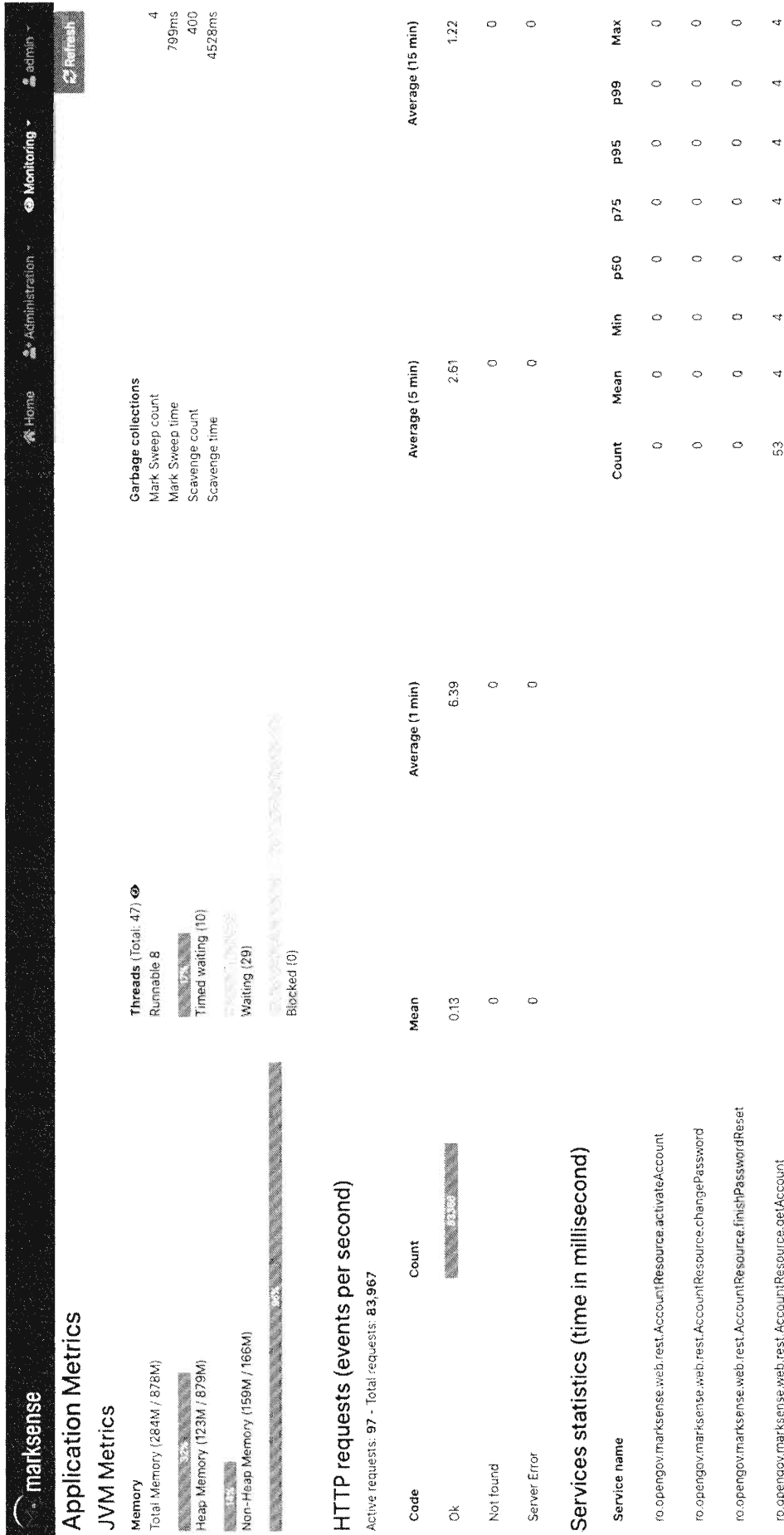


Figura 6 – GUI Monitorizare