

SMART LIFT – SISTEM INTELIGENT DE DESERVIRE A ASCENSOARELOR

Maria CERNEI

Departamentul Tehnologii și Sisteme Electronice, SISRC 211M, Facultatea Electronică și Telecomunicații,
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Cernei Maria, maria.cernei@tse.utm.md

Rezumat. În lucrare sunt prezentate rezultatele elaborării unui sistem software inteligent de deservire a ascensoarelor, care permite detectarea persoanelor și numărului lor la fiecare etaj al ascensorului, identificarea persoanelor prin atribuirea unei identități convenționale, prognozarea etajului destinație pentru fiecare utilizator folosind aplicații de detectare facială și prognozare de date bazată pe istoria statisticii de utilizare a ascensorului.

Cuvinte cheie: software, sisteme inteligente, detectare facială, prognozare de date.

Introducere

Sistemele și echipamentele inteligente (SMART) actuale permit facilitarea și automatizarea serviciilor din diverse domenii industriale și publice. Automatizarea serviciilor publice contribuie la eficientizarea regimurilor de lucru a funcționării echipamentelor și optimizarea cheltuielilor de deservire. Elaborarea unui sistem inteligent de deservire a ascensoarelor poate contribui la optimizarea cheltuielilor de deservire prin minimizarea consumului de energie electrică și ar facilita experiența utilizatorilor ascensoarelor în blocurile de oficiu sau locative.

Cu acest scop a fost analizată posibilitatea utilizării aplicațiilor de detectare facială deja existente și prognozare de date pentru a elabora un sistem inteligent de deservire a ascensoarelor, care ar permite detectarea persoanelor la fiecare etaj al ascensorului, identificarea lor prin atribuirea unei identități convenționale, determinarea numărului de persoane la fiecare etaj și prognozarea etajului destinație pentru fiecare utilizator folosind aplicații de prognozare a datelor bazată pe istoria statisticii de utilizare a ascensorului.

Sistemul software permite procesarea rapidă a imaginilor parvenite de la camerele video instalate la fiecare etaj al ascensorului, identificarea și înregistrarea în baza de date a utilizatorilor sistemului, determinarea numărului de utilizatori pentru fiecare etaj și prognozarea etajului destinație pentru fiecare utilizator.

Pentru implementarea sistemului a fost elaborată o interfață de utilizator ca scop de control, ghidare și monitorizare a sistemului software inteligent. Sistemul asigură conectarea întregului echipament la rețeaua Internet, pentru implementarea mesageriei de alertă prin e-mail și SMS.

Pentru atingerea acestor obiective, în calitate de studiu de caz, a fost identificat blocul de studii nr.1 al UTM, cu 3 etaje și personalul care activează în cadrul FET, UTM.

Proiectarea algoritmului de detectare și recunoaștere facială

Detectarea și recunoașterea facială presupune utilizarea celor mai evidente trăsături ale feței. Au fost realizate încercări de măsurare a importanței anumitor trăsături intuitive [1] (gură, ochi, obraji) și măsuri geometrice (distanță între ochi [2], raport lățime-lungime). Există încă câteva caracteristici umane relevante care sunt luate în considerare așa ca culoarea pielii, localizarea gurii și ochilor omului, etc.

Recunoașterea facială include mai multe subprobleme. Intrarea unui sistem de recunoaștere facială este întotdeauna o imagine sau un flux video. Rezultatul este o identificare sau verificare a subiecților care apar în imagine sau video.

Detectarea facială este definită ca procesul de extragere a fețelor din imagini. Această procedură presupune urmărirea feței, estimarea poziției, etc. Extragerea caracteristicilor implică

obținerea de trăsături faciale relevante din date precum anumite regiuni ale feței, variații, unghiuri sau dimensiuni, care pot fi relevante sau nu pentru om (de exemplu, distanța dintre ochi).

Detectarea facială trebuie să facă față mai multor provocări precum:

- Variația de poziție. Performanța algoritmilor de detectare facială scade esențial atunci când există variații mari ale poziției feței. Variația poziției se poate întâmpla din cauza mișcărilor subiectului sau a unghiului camerei.
- Ocluzia caracteristicilor. Prezența elementelor precum barbă, ochelari sau pălării introduce o componentă complexă, deoarece fețele pot fi acoperite parțial de obiecte sau alte fețe.
- Expresia facială. Caracteristicile feței variază din cauza diverselor gesturi faciale.
- Condițiile imaginii. Camerele și condițiile de mediu afectează calitatea imaginii, adică aspectul feței.

Unele sisteme de detectare facială detectează și localizează fețele în același timp, altele efectuează mai întâi o detectare și apoi, încearcă să localizeze fața. Apoi, ar putea fi necesari câțiva algoritmi de urmărire (Fig. 1).

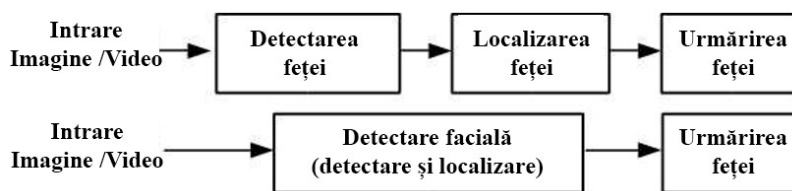


Figura 1. Procesul de detectare facială

Metodele de detectare facială pot fi divizate în patru categorii:

- Metode bazate pe cunoștințe. Metode bazate pe reguli care codifică cunoștințele despre fețele umane.
- Metode bazate pe caracteristici invariante. Algoritmi care încearcă să determine caracteristici invariante ale feței, independent de unghiul sau poziția ei.
- Metode de potrivire a șabloanelor. Acești algoritmi compară imaginile de intrare cu modelele de fețe sau caracteristici stocate.
- Metode bazate pe aparență (aspect). O metodă de potrivire a șabloanelor a cărei bază de date de tipare este învățată dintr-un set de imagini de antrenament.

Echipamentul necesar pentru implementarea sistemului software SmartLift

Pentru elaborarea sistemului software este necesar de a instala câte o cameră IP wireless la fiecare etaj al ascensorului pentru capturarea cu un unghi de acoperire de 110° - 120°. Pentru asigurarea conexiunii și transmiterea datelor digitale prin rețeaua Internet este necesară utilizarea unui router Wi-Fi 5G și o conexiune la internet de viteză medie, cu trafic nelimitat. Prelucrarea și păstrarea datelor informaționale este asigurată de către un server web (VPS) cu caracteristici de procesare medii. Utilizarea unui VPS poate asigura funcționarea sistemului pentru unul sau mai multe blocuri locative sau de oficiu. Numărul mic de echipamente reduce costul întregului sistem SmartLift, ceea ce facilitează implementarea în practică a sistemului smart.

Implementarea și testarea aplicației de detectare facială BetaFace

Pentru realizarea detectării și recunoașterii faciale a fost identificată o aplicație deja existentă BetaFace (<https://www.betafaceapi.com/>) și au fost analizate posibilitățile ei. API-ul BetaFace oferă un număr mare de posibilități și caracteristici de recunoaștere facială, precum detectarea feței, crearea și căutarea feței în propriile baze de date de persoane, determinarea vârstei, sexului, expresiei și etniei fețelor, etc. Pentru popularea bazei de date a persoanelor în sistem a fost, elaborată o interfață de utilizator (Fig. 2). Comunicarea cu aplicația BetaFace este asigurată prin metode de acces REST, iar datele de transfer sunt livrate sub formă XML sau JSON.

Added Betaface Persons DB

Nr.	Name	Person ID	Floor (etaj)	Phone	Gender	Send SMS	Face UUID
2	pavel_nistiriuc	pavel_nistiriuc@utmblockone	3	+37378479371	male	No	567fba53-b9fa-11ea-b153-0cc47a6c4dbd
3	serafima_sorochin	serafima_sorochin@utmblockone	3	+37369052017	female	No	0ba8bfb0-b9fb-11ea-b153-0cc47a6c4dbd
4	lilia_sava	lilia_sava@utmblockone	2	+37367594739	female	No	7c59593c-b9fb-11ea-b153-0cc47a6c4dbd

Figura 2. Interfața de administrare a datelor utilizatorilor pentru aplicația BetaFace

După procesarea imaginilor cu ajutorul aplicației BetaFace în baza de date sunt înregistrate date referitoare la utilizator și imaginea procesată, numele persoanei, numărul de telefon mobil, etajul oficiului în care activează, identificatorul convențional al imaginii și cel al feței detectate etc.

Capture Betaface webcam image



Figura 3. Interfața de testare a detectării faciale utilizând aplicația BetaFace

Pentru testare au fost identificate mai multe cazuri, printre care identificarea unei singure sau mai multor persoane. Din rezultatele obținute în urma testărilor s-a stabilit că aplicația BetaFace oferă rezultate satisfăcătoare pentru implementarea sistemului. API-ul s-a dovedit a fi destul de fiabil, detectând și identificând una, două și mai multe persoane din imaginea capturată (Fig. 3). Adicional a fost observată o micșorare a timpului necesar pentru procesarea imaginilor, pentru aceleași condiții de testare.

Reieșind din rezultatele testărilor s-a decis de a utiliza această aplicație pentru următoarele etape de implementare a sistemului inteligent de deservire a ascensoarelor SmartLift.

Crearea bazei de date pentru controlul și monitorizarea sistemului

Funcționarea sistemului software, monitorizarea, înregistrarea în baza de date a utilizatorilor ascensorului, detectarea facială și prognozarea etajelor pentru fiecare persoană este asigurată de baza de date elaborată utilizând serviciul MariaDB/MySQL instalată pe un VPS de capacitate medie. Baza de date MySQL este constituită din tabele populate cu datele persoanelor care utilizează ascensorul, datele statistice ale activității liftului pentru fiecare persoană și sarcinile necesare de a fi efectuate la un anumit moment. Accesarea bazei de date, înscrierea și actualizarea datelor din tabele este realizată prin interfața PDO/MySQL (PHP Data Objects), care asigură un grad sporit de securizare în momentul accesării bazei de date.

Tabelul cu datele statistice ale activității liftului conține informație despre ziua, data și ora când o anumită persoană a accesat ascensorul de la un oricare etaj și a plecat la alt etaj. Dat fiind faptul, că pentru efectuarea testărilor și simulării sistemului nu erau disponibile date statistice reale, au fost utilizate date statistice simulate reieșind dintr-un grafic de muncă ordinar a persoanelor în funcție de oră și perioada zilei.

Principii de analiză predictivă și elaborarea algoritmului de prognozare a etajelor

Extragerea Datelor (Data Mining) este un aspect important în procesul de analiză predictivă și prognozare de date, utilizat pentru extragerea informației utile din datele actuale (de obicei seturi mari de date) pentru a prezice tendințele. Acest aspect reprezintă identificarea datelor relevante de analizat și utilizate în modelele predictive.

Învățarea automată (ML - Machine Learning) și analiza predictivă sunt ambele centrate pe procesarea eficientă a datelor. Învățarea automată poate fi luată ca o extensie a analizei predictive, care este responsabilă pentru auto-învățare și identificarea tiparelor (data patterns), care reprezintă regularități, asocieri sau relații existente în date).

Există mai multe modele de învățare automată în analiza seriilor temporale de date. Cele mai utilizate sunt ARIMA, ARCH/GARCH, modelul „Vector AutoRegresiv” (VAR), rețele neuronale recurente (RNN) pentru citirea dependențelor de secvență, care creează predicții în funcție de datele anterioare.

Pentru a realiza modelul de prognozare este necesar de considerat timpul de accesare a ascensorului de către utilizator, iar setul de date prelucrate să fie constituit din zilele care corespund zilei actuale și/sau chiar orei actuale. Pentru acest scop a fost elaborat și implementat un API în 2 versiuni (NA Predict v3 și NA Predict v3.1), cu aplicarea unor modificări și ajustări pentru sporirea veridicității prognozei. Rezultatele obținute au demonstrat necesitatea utilizării în API a unui model de tip „Seasonal Naive Forecast”. Datele statistice procesate în acest API (NA Predict v3.1) corespund orei și zilei din săptămâna selectată aleatoriu și orelor adiacente într-un interval de ± 2 ore (Fig. 4).

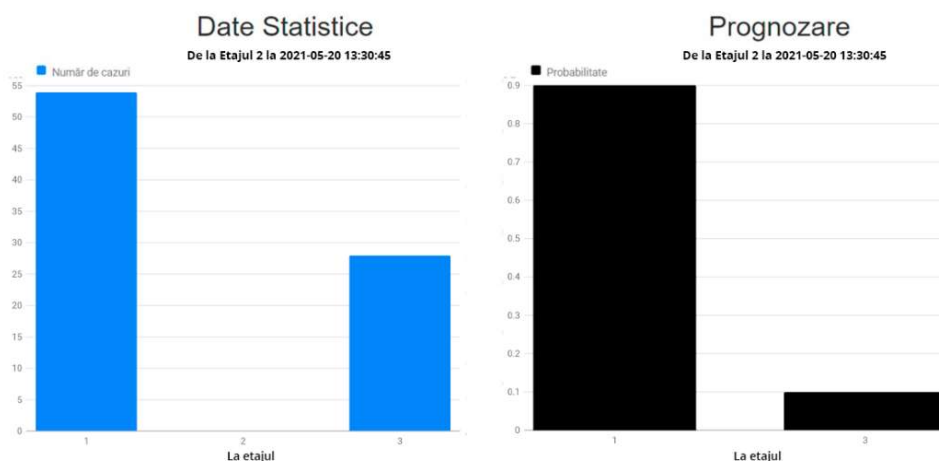


Figura 4. Numărul de cazuri statistice procesate și rezultatul prognozei pentru API-ul NA Predict v3.1

Rezultatele obținute corespund satisfăcător datelor statistice procesate cu o probabilitate de 0.7 și 0.3 pentru etajele 1 și 2, respectiv. În cadrul acestui API s-a obținut un set de date procesate (payload) mult mai variat și extins, dar și o diferență între probabilități mult mai esențială. Rezultatele testării aplicației NA Predict v3.1 s-au dovedit a fi promițătoare pentru utilizare în cadrul automatizării funcționării sistemului SmartLift [3].

Interfața utilizatorului sistemului software SmartLift

Pentru comoditatea testării sistemului și a funcționalităților de deservire a fost elaborată o interfață de utilizator simplistă, utilizând limbajele PHP/MySQL și HTML/CSS, cu reprezentarea grafică a etajelor blocului de oficiu (Fig. 5).



"SMART LIFT" - SISTEM INTELIGENT DE DESERVIRE A ASCENSOARELOR

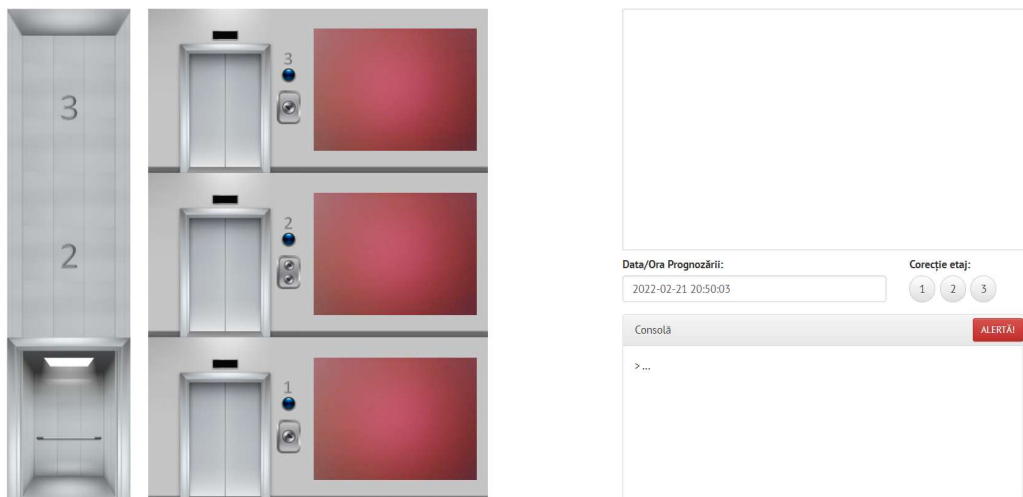


Figura 5. Interfața de utilizator a sistemului inteligent de deservire a ascensoarelor SmartLift (<https://smartlift.one/>)

În interfață este prezentată consola sistemului pentru monitorizarea sarcinilor ascensorului. Luând în considerație faptul, că prognozarea etajelor destinație este un proces bazat pe probabilitică, este necesar de luat în calcul cazurile când etajul destinație al utilizatorului ascensorului este altul decât cel prognozat. Pentru aceste scopuri, în interfață a fost rezervată opțiunea de corecție a etajelor.

Integrarea sistemului de alertă prin SMS pentru cazuri de blocare ale ascensorului

Automatizarea procesului de funcționare a sistemului SmartLift poate fi suplinită adițional cu un modul de alertă pentru companiile care deserveasc ascensoarele. Semnalele de alertă pot fi transmise utilizând posibilitățile rețelei Internet și GSM în tandem. Pot fi transmise semnale de alertă în cazuri de blocare sau oprire a ascensorului din cauza dispariției conexiunii la rețeaua electrică (Fig. 6).

Pentru aceste scopuri a fost implementat un sistem de alertă care transmite în mod autonom mesaje scurte de tip SMS prin rețeaua GSM folosind o aplicație deja disponibilă SmsGateway24 (<https://smsgateway24.com/>), care poate fi instalată pe un telefon mobil tip Android sau iOS. Transmiterea mesajelor poate fi comandată automat printr-un API de tip REST.

Reieșind din posibilitățile sistemului software elaborat, pot fi recunoscute și transmise la dorință identitățile persoanelor care se află în cabina ascensorului blocat cu indicarea vârstei persoanelor (în caz când este blocat un copil sau matur).



Figura 6. Conținutul mesajului SMS de alertă

Concluzii

Implementarea sistemului inteligent de deservire a ascensoarelor SmartLift în blocurile locative și de oficiu poate contribui esențial la îmbunătățirea calității serviciilor oferite consumatorilor prin asigurarea unui consum de putere a energiei electrice mai mic și ulterior micșorarea cheltuielilor de deservire. În același timp, implementarea sistemului de alertă autonomă crește operativitatea deservirii ascensoarelor de către companiile responsabile.

Funcționarea automatizată a ascensoarelor reprezintă un aspect important în cazul deservirii persoanelor cu dizabilități fiziologice și motorii prin minimizarea acțiunilor necesare la utilizarea ascensorului.

Datele statistice acumulate în sistem permit realizarea unei analize referitoare la eficiența de funcționare a ascensoarelor și a modului în care ascensorul efectuează sarcinile de urcare și coborâre a cabinei în funcție de numărul persoanelor din interior.

Utilizarea API-ului implementat „NA Predict v3.1” poate asigura prognozarea, automatizarea și optimizarea proceselor și activităților ascensoarelor din blocurile locative și de oficiu prin excluderea componentei umane din proces.

Utilizarea camerelor IP în cadrul sistemului poate servi ca o utilitate adițională la asigurarea securității blocurilor locative și de oficiu. Luând în considerare toate aceste aspecte și noi posibilități oferite, sistemul software SmartLift poate fi utilizat ca o opțiune adițională în cadrul sistemelor „Casă Inteligentă” (SmartHouse) deja existente.

Referințe

1. BRUNELLI R. and POGGIO T. Face recognition: Features versus templates. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 15(10):1042–1052, October 1993.
2. CHEN L.F., LIAO H.Y., LIN J.-C., and HAN C.C. Why recognition in a statistics-based face recognition system should be based on the pure face portion: a probabilistic decision-based proof. Pattern Recognition, 34(5):1393–1403, 2001.
3. CERNEI, M. Prognozarea de date pentru aplicații software. In: *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, Ediția 2021*, Chișinău, 23-25 Martie 2021., Vol. I, pp. 23-26.