

# SISTEME BAZATE PE RECUNOAȘTEREA AUTOMATĂ A NUMERELOR DE ÎNMATRICULARE A AUTOVEHICULELOR. CÂTEVA ASPECTE PRIVIND PROBLEMATICA ȘI SOLUȚIILE SPECIFICE

ing. Mihnea Horia Vrejoiu

mihnea@dossvl.ici.ro

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică, ICI - București

**Rezumat:** Fără pretenția de a acoperi integral subiectul, lucrarea de față își propune să realizeze o trecere în revistă – la nivel general / introductiv – a unora din principalele aspecte legate de problematica și soluțiile actuale în domeniul sistemelor bazate pe recunoașterea automată a numerelor de înmatriculare a autovehiculelor (LPR / ANPR). Este prezentat un scurt istoric al domeniului; se definesc, analizează și sintetizează concepte, termeni, metode și tehnici, factori de influență, condiții și restricții specifice, posibilități de evaluare a performanțelor sistemelor ANPR. De asemenea se face o trecere în revistă a câtorva produse comerciale dintre cele mai (re)cunoscute existente pe piață și a producătorilor acestora și sunt enumerate principalele tipuri de aplicații practice bazate pe tehnologii ANPR, amintindu-se și câteva aspecte de ordin legal. Lucrarea se încheie cu câteva concluzii și o listă de referințe bibliografice.

**Cuvinte cheie:** Machine Vision, License Plate Recognition (LPR), Automatic Number Plate Recognition (ANPR), Image Processing, Image Analysis, Optical Character Recognition (OCR)

**Abstract:** Without having the vanity to fully cover the subject, the present paper aims to realize – at a general / introductory level – an overview of some of the main aspects related to the current issues and solutions in the field of Automatic License / Number Plate Recognition (LPR / ANPR) based systems. A brief history of the domain is presented; concepts, terms, methods and techniques, dependencies, specific conditions and constraints, and also ANPR systems evaluation possibilities, are defined, analyzed and synthesized. Also, some of the most known and recognized marketed products and their producers are reviewed, and the main types of ANPR based practical applications are enumerated, some legal aspects being also signaled. The paper ends with a few conclusions and a bibliographical references list.

**Keywords:** Machine Vision, License Plate Recognition (LPR), Automatic Number Plate Recognition (ANPR), Image Processing, Image Analysis, Optical Character Recognition (OCR)

## 1. Introducere

Primele abordări de recunoaștere automată a plăcuțelor de înmatriculare (Automatic License / Number Plate Recognition - ALPR / ANPR) pe plan mondial, concepute și implementate mai întâi ca prototipuri în activități de cercetare, datează încă din anii 1980 [1]. Totuși, trecerea la realizarea unor aplicații practice și sisteme în timp real, comercializabile pe piață, a avut loc doar începând cu anii 1990-1993 [2],[5], atunci când evoluția tehnologică a echipamentelor de calcul și de achiziție de imagini, precum și a prețului acestora, au permis în sfârșit concretizarea cu succes a unor astfel de proiecte. Dacă inițial performanțele obținute nu au fost dintre cele mai promițătoare, atât ca viteză de procesare (câteva secunde sau chiar mai mult per imagine), cât și ca rată de recunoaștere (45-55%), s-a ajuns astăzi la sisteme performante care pot analiza, segmenta și recunoaște o imagine în timpi de sub o secundă, cu eficiență medie declarată de peste 95-98% (și chiar 99,5% [2]), incluzând și cazul vehiculelor în mișcare, chiar cu viteze mari, de circa 160 km/h (100 mph) [1] sau chiar mai mult (250 km/h [2]).

Pe scurt, se poate da următoarea definiție [3]: ALPR / ANPR este o metodă tehnică de vedere artificială (VA), care utilizează metode de prelucrare și analiză de imagini specifice, precum și recunoașterea optică de caractere (Optical Character Recognition - OCR), pentru „citirea” automată a caracterelor alfanumerice inscripționate pe plăcuțele cu numere de înmatriculare ale autovehiculelor, din imagini digitale ale acestora.

Alte denumiri și abrevieri uzual întâlnite internațional pentru ALPR / ANPR mai sunt [1], [6]:

- License / Number Plate Recognition - LPR / NPR,
- Car / Vehicle Plate Recognition (or Reader) – CPR / VPR,
- Automatic Vehicle Identification - AVI.

În cele ce urmează se vor folosi cu predilecție abrevierile: ANPR, atunci când e vorba despre sisteme / aplicații și, respectiv, LPR când se face referire la tehnologia respectivă, care par a fi cel mai des utilizate în toate materialele de specialitate.

## 2. Problematică și soluții

În general, un sistem ANPR folosește imagini digitale ale autovehiculelor oprite (staționate) sau în mișcare, capturate în lumină normală sau infraroșu (IR) cu camere video fixe și/sau mobile, conectate într-un sistem de televiziune cu circuit închis (Closed-Circuit Television - CCTV), sau dedicat, folosindu-se în general plăci de achiziție/digitizare speciale (frame grabber) pentru conversia imaginilor din analogic în digital. Aceste imagini sunt analizate pe un computer obișnuit sau chiar specializat. Procesările au ca scop [1]:

- eventuale îmbunătățiri / filtrări ale imaginii,
- localizarea / segmentarea plăcuței de înmatriculare în aceasta,
- compensarea unor distorsiuni geometrice datorate rotației, înclinării și/sau perspectivei, dacă este cazul și, în fine,
- segmentarea și
- recunoașterea semnelor grafice (caractere alfanumerice) inscripționate pe respectiva plăcuță, prin tehnici OCR și, uneori,
- o corecție / validare post-recunoaștere pe baza unor cunoștințe apriori despre „sintaxa” numărului (combinațiile posibile de grupări de cifre și / sau litere și ordinea acestora în număr).

De asemenea, în mod uzual, există interfațări atât cu sisteme de gestiune de baze de date, în scopul consultării / înregistrării, cât și cu module / sisteme de decizie / comandă senzori și/sau dispozitive, sau management.

Problemele reale pe care un sistem ANPR trebuie să le rezolve sunt multiple și adeseori foarte sensibile.

Așa cum se poate ușor intui, în afară de calitatea și adecvarea algoritmilor implementați într-un sistem ANPR, performanțele acestuia depind drastic în primul rând de calitatea și conținutul imaginii capturate (rezoluție, focalizare, expunere, condiții de iluminare, reflexii, umbre, murdărie, etc.).

Astfel, este nevoie de rezoluție suficientă pentru ca zona reprezentând plăcuța de înmatriculare a autovehiculului în imaginea digitală capturată să fie destul de mare (să conțină suficiente puncte / suficienți pixeli) pentru a putea fi analizată și numărul să fie segmentat în caracterele alfanumerice componente. Acestea din urmă, la rândul lor, trebuie să fie suficient de mari și clare pentru a fi recunoscute [4]. În principiu, pot fi considerate ca rezoluții rezonabile pentru imaginea digitală, cele comparabile cu:  $640 \times 480$ , sau  $768 \times 576$  pixeli (sau mai mari:  $800 \times 600$ ,  $1024 \times 768$ , etc., pentru cazul vehiculelor în mișcare sau încadrări mai largi ale acestora în scena supravegheată), fără ca valorile amintite sau factorul de formă să fie obligatorii în vreun fel. Pe de altă parte, tot fără pretenția unor cifre exacte și/sau obligatorii, este recomandabil ca numărul să aibă în imaginea digitizată o arie de circa 3.000 – 40.000 pixeli ( $150 \times 20$  –  $400 \times 100$ ), posibil și sub/peste aceste valori. Altfel exprimat, pentru a da o referință și despre cum ar trebui încadrată imaginea la achiziție, se poate afirma că este recomandabil ca suprafața numărului să reprezinte cam 1 – 8% din aria totală a imaginii, în funcție și de rezoluția acesteia, respectiv, înălțimea caracterelor utile din număr să fie de circa 3 – 15% din înălțimea

imaginii digitale, și nu sub 15-20 de pixeli. În același timp, este bine ca, pe cât posibil, să se asigure o astfel de încadrare încât în jurul autovehiculului, în imagine să apară cât mai puține alte elemente perturbatoare. Cu alte cuvinte, este în general util ca zona înconjurătoare numărului să fie cât mai neutră / uniformă în imagine.

Timpii de declanșare - expunere la achiziția imaginilor sunt foarte importanți pentru obținerea unei imagini bune, mai ales în cazul vehiculelor în mișcare [4]. Astfel, la viteze mari, pentru a se evita efectul de încețoșare / neclaritate datorită mișcării, sunt recomandați timpi de declanșare foarte mici, de (sub) 1/1000 s, iar la viteze în jur de 60 km/h, de circa 1/500 s. Pentru situațiile cvasi-stactice, 0 sau sub 10-20 km/h, sunt acceptabili timpi de expunere mai relaxați, de circa 1/250 s.

În numeroase țări, plăcuțele de înmatriculare sunt realizate folosindu-se vopsele speciale, retro-reflexive, care reflectă lumina direct înapoi către sursă și permit obținerea unor imagini cu contrast bun. În câteva țări, caracterele inscripționate nu sunt reflectorizante, și de asemenea se pot obține contraste bune cu fundalul care este, dimpotrivă, puternic reflectorizant. Sunt numeroase situații însă, în care este indicată totuși folosirea unor camere speciale, sensibile în spectrul infraroșu (IR) – aproximativ 850-950 nm. –, cu filtru pe spectrul luminii naturale și sursă auxiliară de lumină IR atașată, pentru a obține imagini cu contrast acceptabil pe zona numărului și puține alte detalii – imaginea obținută fiind în general foarte întunecată în rest, cu excepția farurilor de exemplu –, independent de condițiile exterioare (de vreme, iluminare sau de momentul din zi/noapte respectiv). Aceste camere IR dubleză camerele obișnuite atunci când este nevoie (pentru arhivare, ca martor/dovadă) simultan și de imagini în lumină reală (de exemplu: vedere de ansamblu a autovehiculului, detaliu focalizat pe conducătorul auto).

Tipul, optica (lentilele), poziționarea și setările camerei folosite pentru achiziția imaginilor influențează drastic eficiența unui sistem ANPR, de aceea, alegerea unei camere de calitate, cu caracteristici adecvate, este foarte importantă pentru fiecare tip de aplicație concretă în parte.

În tabelul de mai jos prezentăm cu titlu de exemplu câteva tipuri de lentile (unghi / distanță focală) posibil pretabile la achiziția corectă a unor imagini de autovehicule la diferite distanțe, de la o înălțime de 2,633 m [4], recomandabilă în anumite cazuri (și) pentru protejarea pe cât posibil împotriva unor eventuale acte de vandalizare.

Distanța până la țintă (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Unghiul lentilei (°)	29,5	15	10	7,5	6	5	4,3	3,8	3,4	3
Distanța focală 2/3" (mm)	13	25	38	50	63	76	88	99	111	126
Distanța focală 1/2" (mm)	9	18	27	37	46	55	64	72	81	92
Distanța focală 1/3" (mm)	7	14	21	27	34	41	48	54	61	69
Distanța focală 1/4" (mm)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	51

Oricum, alegerea, poziționarea și setarea / calibrarea sistemului de achiziție de imagini (captură video) trebuie făcute de cele mai multe ori în strânsă legătură cu soluția ANPR software aleasă, pentru a se asigura funcționarea acesteia cu performanțe cât mai ridicate în condiții de fiabilitate, precum și de consistență și stabilitate a rezultatelor obținute.

Vom vorbi puțin în cele ce urmează despre estimarea și cuantificarea performanțelor unui sistem ANPR. Determinarea acurateții recunoașterii pentru un astfel de sistem este complexă și depinde de aplicația concretă, condițiile de operare și anumite restricții asumate în fiecare situație specifică [5]. Performanța globală a unui sistem ANPR este dificil de cuantificat. Cîneva s-ar putea aștepta ca mașina să fie perfectă și să furnizeze o rată de 100% de identificare corectă a conținutului plăcuțelor de înmatriculare. Dar, unele numere nu pot fi citite corect nici chiar de către ochiul uman, datorită distanței, murdăriei, slabei iluminări, deteriorării, sau mascării parțiale sau totale. De aceea, nu este rezonabil să se aștepte perfecțiunea de la mașină, chiar și în condiții ideale. Oricum, la fel ca și în cazul vederii umane, dacă se dispune de imagini clare, șansele unei recunoașteri mai bune cresc, în timp ce reprezentări video mai slabe sunt o premiză sigură pentru răspunsuri mai mult sau mai puțin eronate. Evident, pentru ca mașina să identifice

corect conținutul alfanumeric al plăcuței de înmatriculare, trebuie mai întâi, ca pas premergător, să reușească localizarea (corectă) în imagine a acesteia. De aceea, pentru calculul acurateței globale, vom lua în considerare rata de succes a fiecărui pas:

$$A = (S \times R) \times 100 \quad (1)$$

unde:

A = acuratețea globală exprimată în procente,

S = rata de succes la segmentarea (localizarea) corectă a plăcuței în imagine,

R = rata de recunoaștere a conținutului alfanumeric al plăcuței,

S și R fiind exprimate ca rapoarte între numărul de reușite și cel de eșecuri pentru operațiile respective.

Dacă se ia în considerare rata de recunoaștere corectă pentru fiecare caracter alfanumeric în parte dintr-un total de n per plăcuță, relația (1) devine:

$$A = (S \times R_1 \times R_2 \times \dots \times R_n) \times 100 \quad (2)$$

unde:

A = acuratețea globală exprimată în procente,

S = rata de succes la segmentarea (localizarea) corectă a plăcuței în imagine,

R<sub>i</sub> = rata de recunoaștere a caracterului alfanumeric i din plăcuță, i = 1...n,

S și R<sub>i</sub> fiind exprimate ca rapoarte între numărul de reușite și cel de eșecuri pentru operațiile respective.

Totuși, acuratețea globală a unui sistem nu poate fi extrapolată direct din ratele de recunoaștere obținute pentru fiecare caracter component. Să considerăm cazul recunoașterii a 10.000 de plăcuțe cu câte 7 caractere fiecare. Dacă sistemul recunoaște corect primele 6 caractere din fiecare și îl ratează pe ultimul, s-ar putea considera că acuratețea globală este, folosind (1):

$$A = (1 \times 60.000 : 70.000) \times 100 = 85,7\%.$$

Pe de altă parte, folosind (2), putem estima corect acuratețea globală a sistemului ca fiind:

$$A = (1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0) \times 100 = 0\%.$$

Importanța tipului de erori care afectează acuratețea depinde de la aplicație la aplicație. Astfel, în cazul unei aplicații de control securizat al accesului, orice eroare este inacceptabilă, căci ar putea duce la acordarea permisiunii de acces unui vehicul neautorizat, sau dimpotrivă, ar bloca accesul unuia autorizat. Pe de altă parte, este posibil ca în cazul unei aplicații de control acces mai relaxate, nerecunoașterea unui caracter să poată fi tolerată atunci când probabilitatea ca în lista finită cu numere autorizate să existe două suficient de asemănătoare (astfel încât o succesiune de n-1 caractere să se regăsească identic în ambele) este - teoretic - foarte redusă.

În concluzie, atributele de performanță trebuie specificate cu atenție de la caz la caz pentru a putea fi relevante. De asemenea, pentru a fi credibile statistic, este necesar un număr important de teste, desfășurate în toate condițiile reale în care sistemul va funcționa în cazul unei aplicații specifice. Este deci întotdeauna recomandabil să se aibă în vedere o oarecare rezervă cu privire la cifrele oferite de producătorii de sisteme ANPR în pliante și pagini web de prezentare generală referitoare la gradul de încredere în corecta identificare și citire a numerelor de pe plăcuțele de înmatriculare. Pentru o cât mai corectă estimare este bine să se obțină mai multe detalii cum ar fi: în ce condiții de achiziție (cameră, poziționare, mediu înconjurător, încadrare, iluminare, viteză de deplasare a autovehiculelor, etc.), au fost obținute rezultatele pretinse, cât de extinse ca durată și varietate de situații au fost testele efectuate, etc.

Enumerăm în cele ce urmează, ordonate alfabetic, fără nici o intenție de clasificare de vreun fel, câteva dintre cele mai cunoscute companii producătoare de motoare (și sisteme) de

recunoaștere automată a plăcuțelor de înmatriculare [5] (LPR / ANPR) și (gama de) produse ale acestora:

- **Adaptive Recognition Hungary** Rt. (Budapest HUNGARY) - **CARMEN**
- **Appian Technology** Plc (Bourne End, Buckinghamshire ENGLAND) - **Talon ANPR**
- **Asia Vision Technology** Ltd. (Hong Kong CHINA) - **VECON**
- **AutoVu Technologies**, Inc. (Montréal, Québec CANADA) - **GateKeeper, AutoTrace / Find / Patrol**
- BAE SYSTEMS North America / **Alphatech** (Burlington, Massachusetts US) - **License Plates Reader**
- **CitySync** Ltd. (Hatfield, Hertfordshire ENGLAND) - **Jet (Base/Stream/Watch/Analysis)**
- **Dacolian** BV (Beilen NETHERLANDS) - **Intrada ALPR**
- **GeoVision** Inc. (Nei-Hu, Taipei TAIWAN) - **GV-LPR**
- **Hi-Tech Solutions** Ltd. (Rishon Lezion ISRAEL) - **SeeCar**
- **LPReditor** (Montpellier FRANCE) - **PhotoPark**
- **NeuriCam** SpA (Trento ITALY) - **Number Plate Recognition System**
- **PIPS Technology** Inc. (Knoxville, Tennessee US) - **PIPS ALPR (AutoPlate Secure și Minder)**
- **Prime Vision** B.V. (Delft NETHERLANDS) - **License Plates Vision**
- **Recogniform Technologies** SpA (Rende ITALY) - **Autovehicle License Plate Reader**
- **Roke Manor Research** Ltd., A Siemens Company (Romsey, Hampshire ENGLAND) - **Iris**
- **The ANPR Company** (Devizes, Wiltshire ENGLAND) - **CheckPlate**
- **Zamir Recognition Systems** Ltd. (Jerusalem ISRAEL) - **InSignia**

Mulți producători și integratori oferă azi sisteme „la cheie” dedicate pentru diferite categorii de aplicații specifice, care includ sisteme de achiziție de imagini specializate, software, hardware și/sau firmware dedicat atât procesărilor și analizei de imagini cât și comenzi și controlului diferitelor alte componente, senzori și alte echipamente periferice specifice utilizate. Unele [11] dintre aceste sisteme sunt direct integrate hardware și împachetate / încapsulate, altele sunt furnizate ca soluții software integrate în sisteme complexe hard-soft distribuite. Cele mai multe necesită configurații specifice de la aplicație la aplicație, în funcție de context.

În unele cazuri, captura imaginilor „relevante” este comandată cu ajutorul unor dispozitive auxiliare (celule fotoelectrice, laser sau IR, bucle magnetice inductive, alți senzori de prezență localizată), în timp ce în altele declanșarea capturii se realizează automat, direct de către aplicația software ANPR, prin analiza cvasi-continuu a succesiunii de cadre achiziționate de cameră la intervale de timp predefinite, suficient de mici, adecvate aplicației respective.

Unele sisteme realizează procesarea imaginilor provenind de la o singură cameră, în timp ce altele pot asigura analiza paralelă a mai multor imagini, provenind de la camere diferite, poziționate în puncte diferite de control, pe diferite culoare de rulare a autovehiculelor.

În general, sistemele ANPR trebuie să facă față automat la recunoașterea cu aceleași performanțe a numerelor internaționale (din diferite țări), vopsite în diverse culori ale fondului și respectiv ale caracterelor, atât în variantă deschis/închis, cât și închis/deschis, pe unul sau două rânduri. Totuși, în practică se întâlnesc numeroase situații în care sistemele respective sunt dedicate / calibrate, permițând recunoașterea exclusivă a unor tipuri prestabilite (sau configurabile de la caz la caz) de plăcuțe de înmatriculare (din punct de vedere al formei, dimensiunii, fontului caracterelor, culorilor utilizate, etc.).

Tehnicile de prelucrare și analiză de imagini utilizate pentru localizarea / segmentarea

regiunii în care se află numărul de înmatriculare sunt variate, cele mai multe bazându-se pe caracteristicile de salturi de contrast (gradient), corelate și cu forma și dimensiunile (sau, uneori, chiar și cu culorile) specifice numărului.

Motoarele OCR folosite pot fi clasice, în sensul că „regulile” de identificare a caracterelor sunt codificate prin programare, sau bazate pe sisteme de clasificare, de cele mai multe ori de tip neural (folosind rețele neuronale), care necesită o antrenare prealabilă pe un număr – adeseori destul de important – de exemple specifice, dar au avantajul unei mai mari flexibilități și a unui potențial de recunoaștere performantă pe un spectru mai larg de imagini, achiziționate în condiții diferite, chiar de calitate mai slabă.

Dintre aplicațiile [6] sistemelor ANPR actuale cele mai răspândite, enumerăm:

- autorizare automată acces (în zone/arii delimitate cu drept de acces selectiv, cu ridicarea unei bariere sau deschiderea unei porți de acces),
- taxare automată bazată pe durată sau distanță (în parcări/garaje, centre urbane aglomerate sau pe autostrăzi),
- evaluări statistice, management, supraveghere-monitorizare și/sau control trafic (în puncte de trecere frontieră, acces autostrăzi, pe diferite tronsoane de drum, poduri, etc.),
- sancționare/amendare încălcări reguli de circulație (trecere pe roșu, depășire de viteză, oprire/staționare în locuri nepermise, etc.),
- semnalare apariție și/sau monitorizare traseu autovehicul al cărui număr de înmatriculare este dat în urmărire (este inclus într-o „listă neagră”), sau pentru care nu s-a plătit impozitul, asigurarea obligatorie (RCA), sau taxa de drum (vigneta), etc.
- ș.a.m.d.

Mai trebuie amintit faptul că folosirea sistemelor ANPR pe scară largă în aplicații de tipul celor enumerate mai sus s-a lovit (și încă se mai lovește) în unele țări de aspecte etice, morale și juridice [1], [7], legate de dreptul la intimitate și confidențialitate a persoanelor, deoarece identificarea unui număr de înmatriculare în diverse locații poate permite automat stabilirea unei legături între numele pe care este înregistrat autovehiculul respectiv, trasee și obiceiuri uzuale ale persoanei respective, locuri în care se află la diferite momente, ceea ce poate friza foarte ușor aspectul unei supravegheri continue de tipul „Big Brother”. De asemenea, folosirea sistemelor ANPR pentru emiterea automată de amenzi a stârnit controverse legate de lăsarea unei astfel de decizii exclusiv pe seama mașinii, ceea ce ar reprezenta în viziunea unora, o alunecare spre un „sistem de justiție automată”, care ar da posibilitatea ca, în mod eronat, persoane nevinovate să fie pactic „puse sub acuzare” de o entitate virtuală, fără a avea posibilitatea de a-și confrunța acuzatorul.

Cu toate acestea și în ciuda faptului că încă erorile sunt suficient de frecvente pentru a putea fi considerate o problemă, implementarea aplicațiilor ANPR s-a extins continuu în numeroase state, fiind foarte „la modă” azi. Dintre țările cele mai avansate din acest punct de vedere astăzi putem menționa: Marea Britanie (unde începând cu anii 90, dar mai ales după anul 2002, există strategii și proiecte coordonate la nivel național, cu finanțare importantă de zeci de milioane de lire sterline - Proiect Spectrum și Proiect Laser [8], [9], [10]) și Statele Unite ale Americii în ce privește sistemele de monitorizare a traficului și sancționare / amendare a încălcărilor prevederilor legale în trafic, și Grecia și Spania în ce privește sistemele de control și monitorizare a accesului în parcări și garaje. Nu trebuie neglijate însă nici: Italia, Franța, Germania, Olanda, Belgia, Israel, Hong Kong, Singapore, Australia, Japonia, Africa de Sud, Mexic, ș.a.

Din cunoștințele noastre, foarte curând se vor extinde și în România astfel de sisteme bazate pe ANPR, instalate în parcări/garaje publice și/sau private, cu sau fără plată, în puncte de trecere a frontierei, pe șosele / autostrăzi, dar și în localități, în intersecții și pe bulevarde, în contextul unor aplicații pentru management, control și monitorizare acces și/sau trecere, sancționare – amendare încălcări prevederi legale, verificare electronică a plății taxei de drum, asigurării RCA

sau impozitului, etc. Primele elemente de infrastructură (sisteme de televiziune cu circuit închis specializate, etc.) sunt deja instalate și în funcțiune (unele deocamdată exepimental) în București (Bulevardul Bălcescu – Magheru), pe DN1 (tronsonul București – Azuga, 160 km), pe „Autostrada Soarelui” (A2), ș.a.

### 3. Concluzii

Problematika recunoașterii automate a numerelor de înmatriculare ale autovehiculelor în „lumea reală” este un domeniu foarte sensibil, depinzând de numeroși factori legați în primul rând de posibilitatea achiziționării unor imagini cât mai potrivite (atât din punct de vedere calitativ, cât și al conținutului) pentru a fi analizate / recunoscute. Localizarea / segmentarea automată sistematic corectă a plăcuțelor de înmatriculare în imaginile capturate reprezintă o a doua cerință importantă, adesea greu de îndeplinit, de către sistemele ANPR. În fine, recunoașterea constant corectă (cu rată de erori foarte scăzută), de către motorul OCR utilizat a caracterelor alfanumerice care compun numerele de înmatriculare respective, și care apar adesea diferit și destul de deformat în imagini, constituie o a treia provocare importantă în cazul sistemelor ANPR. Măsura în care un astfel de sistem reușește să ofere soluții performante în toate cele trei etape amintite mai sus, conduce la posibilitatea evaluării sale calitative și de performanță. De multe ori, aceasta este legată și de tipul aplicației specifice în care este utilizat, unele sisteme ANPR fiind foarte bune pentru cazul vehiculelor staționare, altele pentru cel al vehiculelor aflate în deplasare, fapt care alături de factorul preț / costuri, poate constitui un criteriu de alegere a unui sistem ANPR sau altul pentru o anumită aplicație, pe baza raportului cost / performanță specific pentru respectiva aplicație și nu pe baza unei aprecieri calitative și de performanță generale.

Utilizarea aplicațiilor ANPR este foarte actuală, sesizându-se o extindere continuă a acestora în întreaga lume, chiar și în state mai puțin dezvoltate (din America de Sud, Africa sau Asia) apărând o cerere din ce în ce mai crescută pentru astfel de sisteme.

Lucrarea de față și-a propus o trecere în revistă a unora din principalele aspecte legate de problematica și soluțiile actuale în domeniul sistemelor bazate pe recunoașterea automată a numerelor de înmatriculare a autovehiculelor (LPR / ANPR). A fost prezentat un scurt istoric al domeniului; s-au definit, analizat și sintetizat concepte, termeni, metode și tehnici, factori de influență, condiții și restricții specifice, posibilități de evaluare a performanțelor sistemelor ANPR. De asemenea s-a făcut o trecere în revistă a câtorva produse comerciale dintre cele mai (re)cunoscute existente pe piață și a producătorilor acestora și au fost enumerate principalele tipuri de aplicații practice bazate pe tehnologii ANPR, amintindu-se și câteva aspecte de ordin legal.

### BIBLIOGRAFIE / REFERINȚE

1. \*\*\* Automatic Number Plate Recognition, article from Wikipedia, the free encyclopedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic\\_number\\_plate\\_recognition](http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_number_plate_recognition)
2. \*\*\* License Plates Recognition, case study from the European Parking Association, 14.04.2006, <http://www.parking-net.com/ShowCaseItem.aspx?ItemID=5750>
3. \*\*\* The Automatic Number Plate Recognition Tutorial, elaborated by Quercus Technologies, Spain, <http://www.anpr-tutorial.com/>
4. **CONSTANT, M.:** ANPR 003, article initially appeared in „CCTV Today”, the UK’s CCTV Magazine, published every 2 months by Miller Freeman, <http://www.cctv-information.co.uk/constant3/anpr.html>
5. **NELSON, L. J.:** Plate Recognition, <http://www.photocop.com/recognition.htm>

6. **HOFMAN, Y.:** License Plate Recognition - A Tutorial, 02 May 2004, <http://www.licenseplaterecognition.com/>
7. \*\*\* E.C.H.R., Data Protection & RIPA Guidance Relating to the Police use of A.N.P.R., Report of the Association of Chief Police Officers, ACPO National ANPR User Group, UK, [http://www.spy.org.uk/spyblog/acpo\\_anpr\\_hra\\_dpa\\_ripa/EHCR%20DP%20&%20RIPA%20Oct%202004.doc](http://www.spy.org.uk/spyblog/acpo_anpr_hra_dpa_ripa/EHCR%20DP%20&%20RIPA%20Oct%202004.doc)
8. \*\*\* ANPR STRATEGY FOR THE POLICE SERVICE - 2005/2008, Report of the Association of Chief Police Officers, ACPO ANPR Steering Group, UK, [http://www.acpo.police.uk/asp/policies/Data/anpr\\_strat\\_2005-08\\_march05\\_12x04x05.doc](http://www.acpo.police.uk/asp/policies/Data/anpr_strat_2005-08_march05_12x04x05.doc)
9. **KELLY, D.:** National ANPR Strategy, article in CCTV Image magazine, No. 14, Spring 2006, UK, [http://www.cctvimage.com/downloads/CCTV\\_Image\\_14\\_Spring\\_2006.pdf](http://www.cctvimage.com/downloads/CCTV_Image_14_Spring_2006.pdf)
10. \*\*\* Report on the evaluation of Project Laser 2, elaborated by PA Consulting, UK, <http://www.paconsulting.com/NR/rdonlyres/7C16BC3A-068B-4FA5-96A5-92D95AA023FA/0/ANPRBrochure.pdf>
11. **VREJOIU, M. H.:** Sistem pentru control automat acces autovehicule, bazat pe identificarea plăcuțelor de înmatriculare, folosind tehnici și algoritmi de vedere artificială și OCR, faza I: Evaluare situație pe plan mondial. Definiere arhitectură sistem, Raport de cercetare, Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică – ICI București, România, proiectul PN06-19 0207, dec. 2006