

E dr inż. **Marcin Miklasz**, Zachodniopomorska Szkoła Biznesu, PHU Telsat, dr inż. **Adam Nowosielski**, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Wydział Informatyki, mgr inż. **Grzegorz Kawka**, PHU Telsat

Automatyczne rozpoznawanie tablic rejestracyjnych w nadzorze ruchu drogowego

Nowoczesne systemy zarządzania i sterowania ruchem drogowym wykorzystują coraz częściej rozwiązania technologiczne umożliwiające automatyczne rozpoznawanie tablic rejestracyjnych. Identyfikacja konkretnych pojazdów, gromadzenie danych w centralnych bazach danych bądź przetwarzanie rejestrowanych danych w czasie rzeczywistym pozwala na budowę systemów o funkcjonalności dostosowanej dla właściwych odbiorców (służb drogowych, służb bezpieczeństwa, użytkowników drogi). Wyszukiwanie skradzionych pojazdów, wykrywanie użytkowników łamiących przepisy czy też planowanie i sterowanie ruchem to niektóre z przykładów możliwych zastosowań.

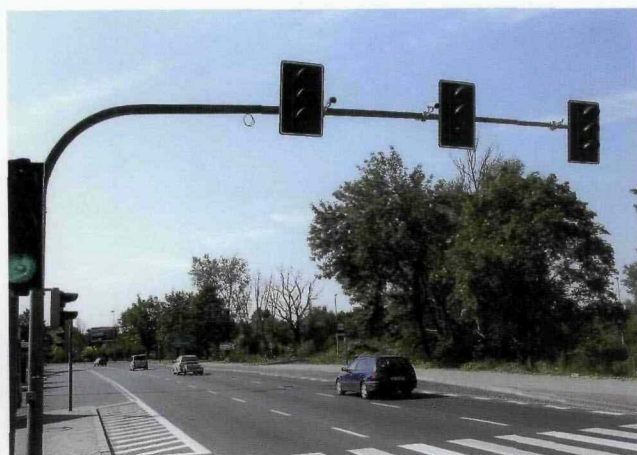


Summary

Modern management and steering traffic systems take advantage from technical solutions of automatic license plate recognition. Identification of a specific vehicle, data collection in central databases or data processing in real time enable new systems construction with specific functionality for appropriate customers (road service, security service, road users). Searching for stolen vehicles, regulations violation detection or planning and steering of traffic are only examples of possible application.

Idea rozpoznawania tablic rejestracyjnych znajduje coraz większy krąg odbiorców. Jest to możliwe dzięki wciąż rozszerzającej się funkcjonalności i coraz wyższej skuteczności dostępnych na rynku rozwiązań. Produkty te prezentowane są jako Systemy Automatycznego Rozpoznawania Tablic Rejestracyjnych (ARTR) (ang. *Automatic License Plate Recognition* - ALPR). Służą one m.in. do kontroli, nadzoru i zarządzania ruchem drogowym. Stanowią także podstawę w przypadku budowy Inteligentnych Systemów Transportowych (ang. *Intelligent Transportation Systems* - ITS). Wzbogacanie ich o dodatkowe funkcjonalności pozwala na znaczne poszerzenie zakresu praktycznego zastosowania. Systemy ARTR znajdują także użytek w rozwiązaniach lokalnych, gdzie wykorzystywane są przy automatycznie otwieranych bramach wjazdowych, szlabanach parkingowych, rejestracji czasu wjazdu pojazdu itp.

Podstawą działania systemów ARTR jest wykorzystanie rozwiązań technologicznych opartych o automatyczne rozpoznawanie tablic rejestracyjnych. Wyróżnić można tu dwie dominujące ar-



chitektury. W pierwszej całej proces przetwarzania obrazu dokonywany jest za pomocą dedykowanej, specjalizowanej kamery ARTR. Drugie podejście bazuje na podejściu softwarowym – analiza obrazu pozyskanego ze zwykłej kamery wideo dokonywana jest za pomocą specjalistycznego oprogramowania na klasycznym komputerze PC lub serwerze.

Rozpoznawanie tablic rejestracyjnych

Niezależnie od wyboru architektury (dedykowane kamery ARTR bądź rozwiązanie softwarowe) w procesie rozpoznawania tablic rejestracyjnych danymi wejściowymi do systemu są obrazy cyfrowe (uzyskane dzięki kamerom cyfrowym lub w procesie digitalizacji obrazu ze zwykłych kamer analogowych). Taki obraz składa się ze zbioru pikseli opisanych za pomocą współrzędnych (położenie piksela w obrazie) i wartości (w przypadku obrazu barwnego – opisanego za pomocą trzech składowych RGB, w przypadku obrazu monochromatycznego – opisanego za pomocą wartości luminacji – jasności obrazu).

W procesie automatycznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych pozyskany obraz jest odpowiednio przetwarzany. W procesie tym można wyróżnić trzy etapy (1):

- lokalizację – detekcję tablicy rejestracyjnej na analizowanym obrazie, czyli sprawdzenie, czy w danym obrazie występuje gdzieś tablica rejestracyjna,
- segmentację – czyli wyodrębnienie pojedynczych znaków na zlokalizowanej tablicy,
- identyfikację – rozpoznanie każdego ze znaków, czyli zapisanie wykrytych w obrazie znaków w formie tekstowej (np. jako wpis do bazy danych) umożliwiającej łatwe dalsze przetwarzanie i wykorzystywanie pozyskanej informacji.

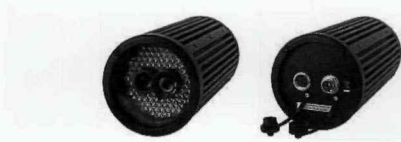
Należy zaznaczyć, że każdy z wymienionych etapów jest niezbędny, a błąd powstały na wcześniejszym etapie uniemożliwia prawidłową realizację zadania. Jeżeli nie uda się zlokalizować tablicy, wówczas nie ma mowy o rozpoznawaniu znaków. Warto zauważyć, że w powyższym opisie nie wyróżniono etapu przetwarzania wstępnego pozyskanego obrazu (np. modyfikacja jasności, kontrastu, redukcji szumu itp.) – składowej większości systemów rozpoznawania obrazów (czyli także systemów ARTR).

W celu lokalizacji tablicy rejestracyjnej na obrazie często wykorzystuje się fakt występowania licznych gwałtownych zmian jasności, wynikających z kontrastów występujących w obrębie tablicy



(przeważnie czarne znaki na białym tle). Częstotliwość i intensywność tych zmian wyróżnia dany region zdjęcia od pozostałych jego części. Podejścia, które najczęściej można spotkać w tej grupie, bazują na statystyce krawędzi (2). Dodatkowo stosunkowo łatwo można dokonać implementacji sprzętowej tych rozwiązań, bowiem opierają się one na prostych działaniach arytmetycznych. Największa wada rozwiązania ujawnia się w przypadku zdjęć zawierających obiekty o dużej złożoności, które – podobnie jak tablica – charakteryzują się dużą intensywnością zmian natężenia jasności. Jednak poprzez odpowiednią instalację wpływ negatywnych czynników można znacznie ograniczyć. Mowa tu m.in. o kącie nachylenia kamery, jasności otoczenia, rozdzielczości zdjęcia, proporcjach zarejestrowanego pojazdu w kadrze i innych.

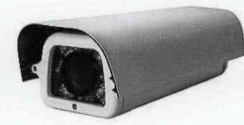
Proces lokalizacji tablicy rejestracyjnej kończy się procedurą normalizacji samej tablicy – poprawą jasności/kontrastu, dopasowaniem położenia i orientacji oraz dopasowaniem rozmiaru. Algorytmy realizujące wymienione kroki mają na celu przygotowanie obrazu samej tablicy do drugiego etapu – procedury segmentacji. Polega ona na wyodrębnieniu znaków z obrazu przedstawiającego tablicę. Na tym etapie również wykorzystywany jest fakt dużego kontrastu tablicy rejestracyjnej. Wejściowy fragment obrazu ze zlokalizowaną tablicą często poddaje się procedurze binaryzacji, polegającej na przetworzeniu obrazu tak, aby zawierał dwa rodzaje punktów: białe bądź czarne (bez punktów pośrednich). Z uwagi na zmiany oświetlenia stosuje się progowanie adaptacyjne, które przystosowuje wartość progu do badanego akurat obszaru (1). Do samej segmentacji znaków na podstawie ▶



Rys. 1. Nowoczesna kamera systemu ARTR VCOP DUAL CAM



Rys. 2. Megapikselowa kamera DUAL Hi_RES



Rys. 3. Kamera GV-IRCAM20M

► zbinaryzowanego obrazu tablicy rejestracyjnej najczęściej wykorzystywane są dwa podejścia: metoda profili i detekcja obszarów połączonych komponentów.

Po segmentacji znaków następuje właściwy (trzeci etap) proces rozpoznawania znaków (ang. *Optical Character Recognition* – OCR). Realizowany jest on na wiele sposobów z wykorzystaniem szerokiego spektrum podejść. Jeżeli każdy z rozpoznawanych znaków sprawdzany jest pod kątem podobieństwa swojej struktury z wcześniej przygotowaną bazą szablonów liter i cyfr, to mamy do czynienia z metodą przyrównywania wzorców (ang. *Template Matching*) (3). Sprawdza się ona najlepiej w sytuacjach, gdy badane znaki mają te same kroje co wzorce. Coraz częściej stosowanym narzędziem do rozpoznawania znaków są również wielowarstwowe sztuczne sieci neuronowe (4). Za zastosowaniem ich do tego zadania przemawia zdolność do adaptacji względem zmieniających się warunków rozpoznawania. Stosunkowo rzadziej można spotkać podejścia, w których wykorzystuje się informację o topologii znaków, czyli metod wyznaczenia cech charakterystycznych budowy danego znaku (np. liczba miejsc styczności danego znaku z granicami badanego obszaru znaku, liczba punktów przecięć znaku w pionie i poziomie, położenie środka ciężkości znaku).

Analizując cały proces rozpoznawania, warto zwrócić uwagę na ogrom danych, jakie mają być przeanalizowane. Zwykły obraz PAL ma rozdzielczość 768 x 576 pikseli, co oznacza, że w każdym obrazie należy przeanalizować ponad 440 tys. pikseli. W standardzie PAL strumień wideo transmitowany jest z szybkością 25 pełnych klatek/sekundę, co daje ponad 11 mln pikseli do przetworzenia przez system na sekundę. Należy przy tym zwrócić uwagę, że w systemach ARTR mamy coraz częściej do czynienia z kamerami megapikselowymi (rozdzielczość HD, FullHD i większa), a także z większą niż 25 liczbą klatek na sekundę (w celu wykrywania bardzo szybko poruszających się pojazdów). Ogrom tych danych pokazuje, dlaczego dopiero w ostatnich latach – po zapewnieniu odpowiedniej wydajności obliczeniowej przez współczesne komputery – udało się zbudować skuteczne i wydajne systemy ARTR.

Rozpoznawanie znaków tablicy rejestracyjnej jest także utrudnione poprzez dużą różnorodność krojów znaków w poszczególnych państwach. Wiadomo jest, że automatyczny system rozpoznawania, pomimo skierowania na lokalny rynek, winien sobie radzić także w sposób zadowalający z tablicami z państw ościennych. Warto odnotować także fakt wprowadzania przez poszczególne organizacje konkretnych krajów nowych formatów znaków, specjalnie tak przygotowanych, aby ułatwić automatyczne rozpoznawanie (np. w Niemczech i Holandii). W krojach niektórych znaków występują wycięcia, również inną wielkość posiadają „brzuski” takich liter jak: P, R, B. Te rozwiązania mają utrudnić próby przemalowywania podobnych liter przez nieuczciwych właścicieli.

Systemy ARTR kontroli ruchu drogowego

Analizując strukturę kompleksowego systemu ARTR, można wyróżnić 3 główne warstwy:

- infrastruktury – punkty pomiarowe wyposażone w kamery,
- sprzętu – serwera bazy danych oraz – w rozwiązaniu softwarowym – dodatkowo wideoserwera,
- oprogramowania – w postaci aplikacji klienta.

W skład punktów pomiarowych zlokalizowanych w pasie drogowym wchodzi zarówno urządzenia pomiarowe (kamery, liczniki ruchu itp.), jak i elementy infrastruktury teletemetrycznej (szafki teletechniczne i zasilania, media, okablowanie), a także konstrukcje wsporcze w postaci słupów i bramownic itp. Wybór lokalizacji punktów pomiarowych dokonuje się na podstawie różnych kryteriów:

- położenia geograficznego i wykorzystania w układach poszczególnych podsystemów pomiarowych,
- czynników ekonomicznych analizowanych w przełożeniu na efekty pracy punktu pomiarowego,
- redundancji,
- możliwości dotrzymania pożądanego terminu realizacji w procesie projektowo-wykonawczym,
- kosztów realizacji.

Aby poszerzyć funkcjonalność punktu pomiarowego, wyposaża się go w dodatkowe zestawy czujników, które przesyłają dane do kamery ARTR lub od razu do serwera bazodanowego. Podstawowe zintegrowane czujniki zapewniają m.in.:

- pomiar prędkości pojazdu,
- pomiar nacisku na oś,
- wstępną klasyfikację pojazdu – typ, kolor, marka,
- pomiar wysokości, długości i szerokości pojazdu,
- czas przejazdu pojazdu od momentu załączenia czerwonego światła na skrzyżowaniu.

Dla zwiększenia dokładności i pewności wyniku często wykorzystuje się zestawy redundantne czujników, a informacje z nich płynące przetwarzane są w specjalnym systemie pomiarowym.

Jak już wspomniano wcześniej, w ramach punktu pomiarowego można wyróżnić dwie zasadnicze architektury budowy systemu ARTR.

Pierwsze rozwiązanie polega na wykorzystaniu specjalistycznych kamer ARTR będących w istocie komputerami przemysłowymi, na pokładzie których dokonywany jest cały proces automatycznego odczytu numerów. Dzięki temu realizowane są sprzętowo wszystkie etapy przetwarzania i rozpoznawania obrazu, a na serwer wysyłane są już odczytane maszynowo dane (nr rejestracyjny, data, godzina, miejsce), jak i również wykonane przez kamerę zdjęcia całego pojazdu w świetle widzialnym i oświetlonym światłem IR, a także zdjęcie samej tablicy rejestracyjnej i opcjonalnie – zdjęcie kierowcy.

SPECJALISTYCZNE KAMERY ARTR	ROZWIĄZANIE SOFTWARE
łatwa rozbudowa o kolejne punkty pomiarowe, szybkie i niewymagające dodatkowych nakładów podłączenie kolejnych kamer do systemu	trudniejsza rozbudowa o kolejne punkty pomiarowe wymagająca podłączenia kolejnych kamer (sygnału wizyjnego) do wideoserwera (za pomocą kart DVR lub <i>frame grabera</i>)
łatwa możliwość zastosowania dodatkowych filtrów, podzespołów i oprogramowania w kamerze ARTR zwiększających skuteczność i efektywność pracy systemu	utrudnione zastosowanie dodatkowych filtrów lub podzespołów w punkcie kamerowym, brak możliwości zastosowania tam dodatkowego oprogramowania zwiększającego skuteczność i efektywność pracy systemu
bardzo duża skuteczność poprawnego odczytu numerów, bliska 100%	niższa skuteczność poprawnego odczytu numerów, szczególnie w niekorzystnych warunkach atmosferycznych
nie wymagają komputera do przetwarzania obrazu i strumienia wideo	wymagają dodatkowego wideoserwera, na którym przetwarzany jest strumień wideo
wysoka cena	dużo mniejsza cena
możliwość pracy w każdych warunkach, w tym po zmierzchu	możliwość pracy w każdych warunkach, w tym po zmierzchu
możliwość transmisji danych po sieci GSM	wymagane łącze bardzo dużej przepustowości (kablowe, światłowodowe) w celu transmisji strumienia wideo
PODSUMOWANIE	
idealne do budowy dużego, rozproszonego systemu ARTR (autostrady, drogi ekspresowe, strefy ograniczonego ruchu, miejskie inteligentne systemy transportowe)	idealne do budowy lokalnego punktu ARTR (wjazd do zakładu, parkingu itp.)

Tab. 1. Porównanie rozwiązania sprzętowego z softwarowym

W opisywanym rozwiązaniu w punkcie pomiarowym wszystkie czynności realizowane są automatycznie, przez dedykowane rozwiązania sprzętowe. Dzięki temu skuteczność detekcji i odczytu tablic z poruszających się często z dużą prędkością pojazdów (nawet do 180 km/h) jest bardzo wysoka i oscyluje w okolicach 99%. Problemem dla systemu są tylko mocno zabrudzone lub uszkodzone tablice, z których odczytem ma problemy nawet oko ludzkie.

Zgodnie z powyższą architekturą stworzono m.in. system VirtualCOP (VCOP) (6). Na rysunku 1 i 2 zaprezentowano dwa typy specjalistycznych kamer ARTR. Są one wyposażone w emiterzy niewidocznego promieniowania świetlnego (IR) umożliwiające oświetlenie sceny. Urządzenia składają się z komputera przetwarzającego, emitera podczerwieni, oprogramowania i układu transmisji danych, a także z układu pozyskania obrazów wyposażonego w kamery: kolorową i monochromatyczną CCD z automatycznym wyborem źródła sygnału. Całość zintegrowano w jednej obudowie i otoczono zespołem diod LED.

Drugie rozwiązanie – softwarowe – polega na wykorzystaniu zwykłych kamer, z których obraz jest transmitowany do wideoserwera, gdzie specjalistyczne oprogramowanie dokonuje analizy strumienia wideo w celu identyfikacji numeru tablicy rejestracyjnej. Uzyskane dane przesyłane są do serwera bazy danych. Rozwiązanie to pozwala również na pozyskiwanie identycznych danych jak w pierwszym rozwiązaniu wraz z ich archiwizacją na serwerze bazodanowym.

Zgodnie z powyższą architekturą stworzono m.in. system GV-LPR (11). Na rysunku 3 zaprezentowano przykładową kamerę dla tego typu rozwiązania.

Kamery wykorzystywane w obu rozwiązaniach wyposaża się standardowo w promienniki IR niewidocznego promieniowania świetlnego umożliwiające oświetlenie sceny i dokonanie odczytu tablic rejestracyjnych po zapadnięciu zmroku. Wykorzystywane są w tym momencie właściwości folii odbłaskowej (refleksyjnej), którą pokryte są wszystkie tablice rejestracyjne wydawane w Polsce. Wyjątek stanowią tablice starego typu – „z czarnym tłem”, które nie posiadają ww. folii, przez co ich odczyt po zmierzchu jest kłopotliwy i wymaga zastosowania dodatkowego doświetlenia w paśmie widzialnym w rejonie punktu pomiarowego.

Dodatkowo kamery wyposaża się w podzespoły sprzętowe i programowe pozwalające na zwiększenie skuteczności poprawnej identyfikacji numerów tablic rejestracyjnych oraz na pracę w skrajnie niekorzystnych warunkach. Na przykład w opatentowaną technikę *filtry/flash* kompensującą światło słoneczne oraz światła poruszających się pojazdów lub technikę *triple flash* umożliwiającą kontrolę parametrów kamery klatka po klatce, co pozwala zredukować problemy związane z odczytem szybko poruszających się tablic itd. Wyposażenie to spotyka się przede wszystkim w specjalistycznych kamerach ARTR.

Zestawienie najważniejszych cech obu rozwiązań przedstawiono w tabeli 1.

Wszystkie pozyskiwane dane są zbierane i przesyłane do serwera bazy danych, gdzie następuje ich analiza. W wyniku przeprowadzonej analizy istnieje możliwość otrzymania funkcjonalności dostosowanych dla właściwych odbiorców (służby drogowe, służby bezpieczeństwa, zarządcy dróg itd.).

Oczywiście w obu rozwiązaniach wymagana jest również aplikacja klienta, która umożliwia pobieranie i przetwarzanie danych zapisanych w bazie danych, a także ich wszechstronną prezentację i wizualizację użytkownikowi (w postaci liczb, tabel, wykresów, zdjęć itd.). Najczęściej aplikację klienta wykonuje się w postaci odpowiednio zabezpieczonej i działającej przez przeglądarkę WWW aplikacji umożliwiającej administratorowi definiowanie szczegółowości i funkcjonalności pod kątem konkretnego odbiorcy (inna dla służb bezpieczeństwa, inna dla służb drogowych itd.). Mogą to być na przykład alarmy sygnalizowania pojazdów o przekroczonych parametrach, czy też sygnalizowania wykrycia pojazdów poszukiwanych lub przejeżdżających na czerwonym świetle.

Oba opisane rozwiązania w postaci schematu działania zaprezentowano na rysunku 4 oraz 5. Zobrazowano na nich główne elementy systemu wraz z wyszczególnieniem ich najważniejszych funkcjonalności.

Systemy ARTR projektuje się oczywiście jako systemy rozproszone, składające się z wielu punktów pomiarowych, z których dane są transmitowane w zabezpieczony sposób do warstwy sprzętowej. Serwer bazodanowy udostępnia przechowywane dane ▶

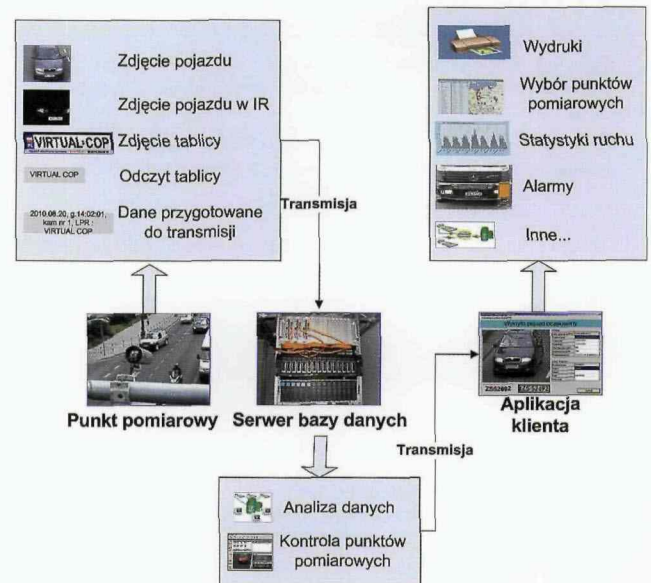
- licznym aplikacjom klienckim i w zależności od wysłanych zapytań przeprowadza odpowiednie analizy w czasie zbliżonym do rzeczywistego (np. wyszukanie danych o pojeździe w bazie 540 mln rekordów w systemie VCOP trwa niecałe 2 sekundy).

Funkcjonujące rozwiązania

Z uwagi na ogrom danych, z jakim mamy do czynienia w problemach nadzoru ruchu drogowego, zastosowanie rozwiązań automatycznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych wydaje się niezbędne. Zakres zastosowań Inteligentnych Systemów Transportowych jest szeroki i obejmuje: analizę zagęszczenia dróg, czasy przejazdów, detekcję kolizji drogowych, wyznaczanie alternatywnych dróg, sterowanie światłami, określanie zajętości parkingów, ruch pieszych itp. Okazuje się, że zastosowanie ARTR w części z powyższych zadań jest najbardziej naturalne. W innych zadaniach ITS rozpoznawanie tablic rejestracyjnych stanowi zaś rozsądną alternatywę dla równoległych technik, bazujących głównie na algorytmach przetwarzania i rozpoznawania obrazów. Dla przykładu określenie zagęszczenia pojazdów na danym odcinku ulicy może być realizowane poprzez analizę obrazu z kamery lub wideodetektora (10), lecz zamiast analizować obraz pod kątem wykrywania pojazdów można dokonywać identyfikacji tablic rejestracyjnych z pomocą odpowiednio umiejscowionej kamery i analizy częstotliwościowej danych. Dodatkowo te pierwsze (algorytmy analizy obrazu) są niezwykle złożone (9), a ich skuteczność jeszcze nie pozwala na szerokie zastosowanie praktyczne.

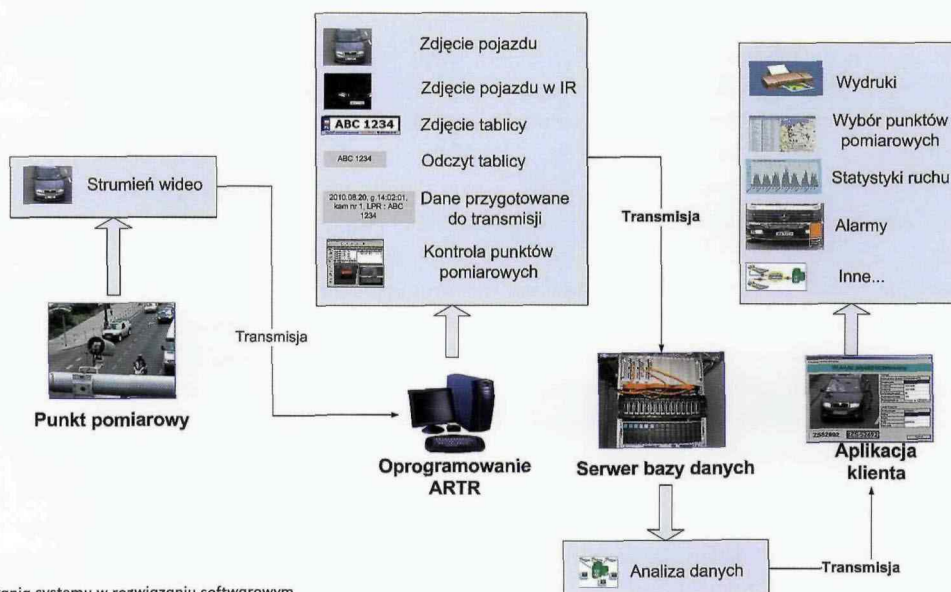
Szerokie zastosowanie rozwiązań ARTR można znaleźć w systemach elektronicznego pobierania opłat na płatnych drogach. Takie systemy są już wdrożone w krajach rozwiniętych. Warto wspomnieć, że pierwszy system poboru opłat za korzystanie z dróg publicznych uruchomiony został w 1975 r. w Singapurze (5). Początkowo bazował na tradycyjnych rozwiązaniach, od 1995 roku rozwijał się w stronę elektroniczną, zaczynając jednak od kart magnetycznych.

Obecnie równoległe z systemami ARTR funkcjonują systemy oparte na technologii RFID (ang. *Radio Frequency Identification*).

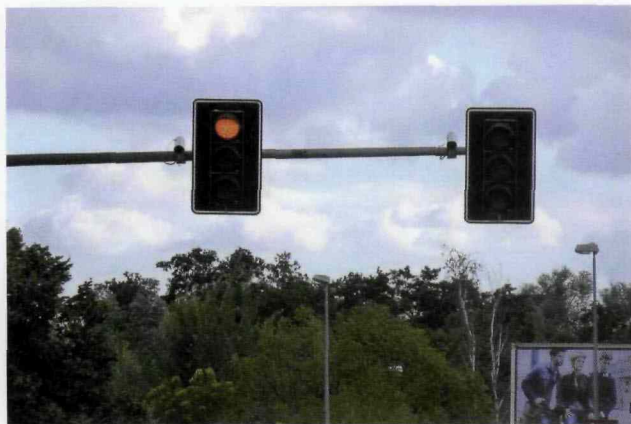


Rys. 4. Schemat działania systemu w rozwiązaniu wykorzystującym dedykowane kamery ARTR

Dla przykładu w kanadyjskiej prowincji Ontario funkcjonuje (Ontario Highway 407 [8]) system pobierania opłat za przejazd całkowicie zautomatyzowany. Pojazdy wyposażone w transpondery są automatycznie wykrywane przez anteny. Wjazd i wyjazd pojazdu bez transpondera odnotowywany jest z wykorzystaniem technologii ARTR. Użytkownicy systemu otrzymują miesięczne rachunki. Podobne do powyższego rozwiązanie funkcjonują w wielu miejscach na świecie. Coraz częściej można także spotkać rozwiązania obejmujące swoim zasięgiem obszary centrów miast. W celu przesunięcia ruchu poza miasto, na obwodnicę autostradowe wprowadza się opłaty za wjazdy do centrum miasta. Takie rozwiązania występują np. w Londynie oraz Berlinie. Często odwołują się do nich władze innych miast chcące wprowadzić podobne schematy. Opłata wprowadzana jest za wjazd do wyznaczonej strefy, której granice obejmują centralne dzielnice lub historyczne



Rys. 5. Schemat działania systemu w rozwiązaniu softwarowym



centra miast (starówki, deptaki, promenady itp.). Systemy ARTR wdraża się również na wjazdach do zamkniętych osiedli mieszkaniowych lub dużych parkingów.

Ciekawe rozwiązanie z szerokiego zakresu systemów transportowych zastosowano w Hampshire w Wielkiej Brytanii. System Romanse (7) dostarcza informacji w czasie rzeczywistym o ruchu w mieście, wykorzystanych miejscach parkingowych oraz prowadzonych robotach drogowych. Pozwala zaprogramować czas podróży. Elementy struktury ARTR wykorzystane są do zbierania informacji o czasie przejazdu pomiędzy danymi punktami. Należy nadmienić, że omawiany system jest bardzo rozbudowany. Zapewnia dostęp do informacji poszczególnym użytkownikom ruchu drogowego z pomocą dostępnych rozwiązań technicznych (internet, mobilne urządzenia). Powszechnie dostępne tablice wyświetlają także niezbędne informacje dla kierowców.

Równie szerokie zastosowanie w praktyce znajdują systemy ARTR w kontroli ruchu drogowego. Identyfikacja pojazdu na podstawie tablicy rejestracyjnej w jednym punkcie, a następnie ponowna identyfikacja w innym punkcie pozwalają na określenie średniej prędkości podróży (pomiar prędkości liniowej) i czasu przejazdu pomiędzy danymi lokalizacjami. Obecnie w Polsce nie można ukarać kierowców na podstawie tego typu danych, ale trwają nad tym tematem prace legislacyjne. Takie rozwiązania pozwalają zwiększyć bezpieczeństwo na drogach i poprawiają płynność ruchu. Unika się bowiem sytuacji, gdzie kierowcy gwałtownie hamują przed fotoradarem, aby następnie przyspieszać i dalej łamać ograniczenia prędkości. Systemy takie są szczególnie popularne w Wielkiej Brytanii.

Na koniec należy wspomnieć jeszcze o zastosowaniach ARTR w zadaniach związanych z walką z przestępczością i wykroczeniami drogowymi. Automatyczne systemy pomagają policji i innym służbom bezpieczeństwa w lokalizacji skradzionych i poszukiwanych samochodów. Gromadzone przez systemy ARTR dane (w trakcie codziennego funkcjonowania) w momencie popełnienia przestępstwa bądź wykroczenia mogą stanowić materiał dowodowy. Jednym z przykładów takich rozwiązań jest kontrola przejazdu kierowców na czerwonym świetle. Jeżeli kierowca nie zatrzyma się, zdarzenie zostaje zarejestrowane, a dane zidentyfikowanego pojazdu przesyłane są do odpowiednich służb mogących ukarać kierowcę (policja, straż miejska). Podobnie działają systemy nadzorujące buspasy oraz strefy ograniczonego ruchu pojazdu – wyłapując automatycznie pojazdy nieuprawnione do poruszania się



na tych odcinkach dróg i przekazując ich dane do odpowiednich służb porządkowych. □

Piśmiennictwo

1. Anagnostopoulos C.N., Anagnostopoulos I., Loumos V., Kayafas E.: *A licence plate recognition algorithm for Intelligent Transportation System applications*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 7 (3), 377-392, 2006.
2. Enyedi B., Konyha L., Fazekas K.: *Real Time Number Plate Localization Algorithms*. „Journal of Electrical Engineering” 57 (2), 69-77, 2006.
3. Huang Y., Lai S., Chuang W.: *A Template-Based Model for License Plate Recognition*. IEEE Int. Conf. on Networking, Sensing & Control, 737-742, 2004.
4. Matas J., Zimmermann K.: *Unconstrained Licence Plate and Text Localization and Recognition*. IEEE Intelligent Transportation Systems, 225-230, 2005.
5. Chin Kian-Keong: *Road Pricing – Singapore’s 30 Years of Experience*. CESifo DICE Report, Ifo Institute for Economic Research at the University of Munich, vol. 3(3), 12-16, 2005.
6. www.555.pl
7. www.romanse.org.uk
8. www.407etr.com
9. Kastrinaki V., Zervakis M., Kalaitzakis K.: *A survey of video processing techniques for traffic applications*. Image and Vision Computing 21, 359-381, 2003.
10. Siu-Yeung Cho, Chai Quek, Shao-Xiong Seah, Chin-Hui Chong: *HebbR²-Traffic: A novel application of neuro-fuzzy network for visual based traffic monitoring system*. Expert Systems with Applications 36, 6343-6356, 2009.
11. www.geovision.pl