

# Zastosowanie technologii informatycznych w rozwoju infrastruktury transportu samochodowego

Jaromir Mysłowski

### Streszczenie

W artykule przedstawiono przykłady zastosowania nowoczesnych technologii komputerowych w rozwoju infrastruktury transportu samochodowego. Spełniają one funkcje monitorujące i kontrolujące bezpieczeństwo i płynność ruchu, zapewniają możliwość zdalnego kierowania pojazdami i bieżącej informacji o przeszkodach i zmianach na zaplanowanej trasie, pobieranie opłat na autostradach, automatyczny pomiar zanieczyszczenia środowiska oraz inne. Dzięki nim możliwe jest sterowanie ruchem strumieni pojazdów w całym systemie komunikacyjnym kraju.

**Słowa kluczowe:** infrastruktura, transport samochodowy.

### Wstęp

Transport drogowy jest obecnie najbardziej rozwiniętą gałęzią systemu transportowego Unii Europejskiej. Na intensywny rozwój transportu drogowego wpłynęły czynniki stanowiące o jego konkurencyjności wobec innych gałęzi transportu, jak m.in. wzrost popytu na przewozy drobnych partii ładunkowych, zmniejszenie odległości przewozowych, zmiany potrzeb społecznych związane ze wzrostem mobilności i rozwojem motoryzacji indywidualnej. Do zalet transportu drogowego można zaliczyć [1]:

- jego dostępność, umożliwiającą realizację przewozów w systemie „od drzwi do drzwi”,
- elastyczność,
- szybkość i dyspozycyjność,
- konkurencyjny poziom cen usług.

Transport samochodowy zajmuje czołową pozycję w organizacji przewozów. Wynika to z pewnością z wielu zalet tej gałęzi transportu oraz z jej wysokiej dostępności na rynku. Jedynie w przypadku tego rodzaju transportu nie było problemów z dostosowaniem się do nowej sytuacji gospodarczej, jaka nastąpiła w Polsce po 1990 roku. Mimo obciążeń fiskalnych, prawnych, przeróżnych licencji, zezwoleń i opłat jest to relatywnie najtańszy środek transportu towarów na krótkie i średnie dystanse [2].

Innym problemem jest rozwój infrastruktury transportu-tutaj zaległości i niedociągnięcia z lat poprzednich dają o sobie znać i nie jest łatwo je naprawić w krótkim okresie czasu. Olbrzymie nakłady finansowe poniesione przez Polskę na rozwój systemu dróg i autostrad w ramach ogólnie pojętego przygotowania do Mistrzostw Europy w 2012 poprawiły sytuację ale jest to proces długotrwały i wymagający ciągłego zaangażowania.

### 1. Nowoczesne technologie komputerowe w walce o poprawę bezpieczeństwa

#### 1.1. System PROMETHEUS

Zagadnienie kompleksowego ujęcia problematyki bezpieczeństwa znalazło swój wyraz w programie PROMETHEUS (PROgramME for a European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety). Było to porozumienie podpisane 30 czerwca 1986 r. przez trzynastu producentów samochodów z pięciu krajów Europy. Trzy najważniejsze kierunki były to:

- PRO-CAR - opracowanie systemu komputerowego wspomaganie kierowcy. System ten, instalowany w samochodzie, powinien poprawić właściwości dynamiczne samochodu, poprzez optymalne wykorzystanie istniejących układów ABS, ASR, 4WD, 4WS oraz doprowadzić do opracowania nowych systemów. Przewidywano opracowanie systemu przeciwdziałającego odchyleniom od zadanego kursu (odpowiednik autopilota), systemu wczesnego wykrywania przeszkód na drodze, systemu utrzymującego stały odstęp od samochodu poprzedzającego. Powoduje to jednak znaczne zwiększenie ilości informacji, które docierają do kierowcy, co może w ostatecznym efekcie doprowadzić do rozproszenia uwagi, szybkiego zmęczenia i spowolnienia reakcji. Dlatego potrzebne są badania w dziedzinie psychologii kierowcy.
- PRO-NET — opracowanie systemu wzajemnej wymiany informacji i sygnałów między autonomicznymi systemami PRO-CAR samochodów. Dotyczy to głównie jazdy na zakrętach, przed wierzchołkami wzniesień, na skrzyżowaniach we mgle, w nocy. System powinien pozwolić na uniknięcie karambolu wielu pojazdów, ułatwić jazdę w dobrowolnych konwojach.
- PRO-ROAD — opracowanie systemu zapewniającego łączność między samochodem a radiowymi sieciami informacyjnymi, powiadamiającymi o aktualnym nasileniu ruchu i stanie drogi, co pozwoli na optymalne zaplanowanie trasy.

Twórcy programu PROMETHEUS przewidywali wiele interesujących rozwiązań szczegółowych, np.:

- urządzenie automatycznie sygnalizujące obecność ludzi przy przejściu dla pieszych,
- wyświetlanie informacji na przedniej szybie samochodu,
- pomiar odstępu między parkującymi samochodami,
- podawanie optymalnej prędkości włączania się do ruchu przy wjeździe na autostradę.

## 1.2. Kolejne projekty

Do grupy systemów powiększających bezpieczeństwo innych użytkowników dróg można zaliczyć:

- Rozszerzenie informacyjności świateł sygnalizacyjnych. Jest to system świateł sygnalizacyjnych pozwalających na przekazanie następujących informacji:
- PRZEPUSZCZAM — sygnał stosowany na skrzyżowaniu; informuje pieszych lub innych kierowców o zamiarze przepuszczenia ich,
- HAMOWANIE — współpracuje z automatycznym systemem hamulcowym; kiedy system ten jest włączony, sygnał przekazuje jadącym z tyłu samochodom wyprzedzającą informację o zamiarze hamowania,
- SKRZYŻOWANIE — sygnał włącza się, kiedy samochód czeka, na przepuszczenie pieszych lub innych samochodów na skrzyżowaniu,
- POTRZEBNA POMOC — informacja o awaryjnym zatrzymaniu samochodu: sygnał ostrzega nadjeżdżające samochody przed możliwością kolizji i informuje o potrzebie pomocy.
- Minimalizacja skutków zderzenia z pieszym. Kiedy czujniki umieszczone w zderzaku i na przedniej pokrywie wykryją zderzenie z człowiekiem, następuje uruchomienie poduszki powietrznej umieszczonej na pokrywie przed przednią szybą, co zmniejsza prawdopodobieństwo powstania ciężkiej kontuzji głowy i korpusu człowieka.

Do grupy zautomatyzowanych systemów poprawiających organizację poruszających się po drogach samochodów można zaliczyć:

- Automatyczny system sterowania światłami drogowymi samochodu. Urządzenie radarowe i miniaturowe kamery telewizyjne kontrolują pojazdy nadjeżdżające oraz wyprzedzające i w odpowiedniej chwili przełączają światła drogowe na światła mijania. System również wykrywa zakręty i wzniesienia oraz steruje odpowiednim ustawieniem reflektorów.
- Zielona fala. Różni się od aktualnie stosowanych systemów tym, że związany jest indywidualnie z samochodem, który ma możliwość odbierania informacji na każdym skrzyżowaniu i może odpowiednio, automatycznie reagować stosownie do otrzymanych informacji, np. automatycznie sterować prędkością samochodu.
- Automatyczne zabezpieczenie przed kolizją. System taki, sprzężony z układem hamulcowym, wykorzystuje nadajniki wysyłające milimetrowe fale radarowe, których zadaniem jest ciągły pomiar prędkości samochodu, odległości od pojazdów poprzedzających oraz wykrycie innych przeszkód lub pieszych znajdujących się w obrębie toru ruchu samochodu. Kiedy prawdopodobieństwo wystąpienia kolizji przekracza ustalony poziom, system nadaje odpowiedni sygnał kierowcy. Jeżeli ten nie podejmie odpowiedniego działania, lub podejmie działanie nieprawidłowe, a system na podstawie zarejestrowanych danych oceni, że kolizja jest nieunikniona, nastąpi automatyczne uruchomienie hamulców. System ten może też być wykorzystany do redukcji nadmiernej prędkości samochodu po wykryciu ostrego zakrętu drogi, wolniej jadącego samochodu lub zmiany pasma ruchu, jeśli na aktualnym paśmie ruchu znajdzie się jakaś przeszkoda.



**Rys. 1.1.** Działanie układu automatycznego utrzymywania bezpiecznego odstępu [5]

- Utrzymanie samochodu na właściwym paśmie ruchu. System taki może być sprzężony z radarowym systemem zabezpieczającym przed kolizją; wchodzące w skład systemu kamery telewizyjne lub czujniki magnetyczne mogą wykorzystywać informacje o znajdujących się na poboczach przeszkodach co rozszerza uniwersalność systemu. Próby prowadzone przez producentów światłowych producentów samochodów wykazały skuteczność takich systemów przy prędkościach do 100 km/h.



**Rys. 1.2.** Adaptacyjna regulacji prędkości jazdy (ang. Adaptive Cruise Control – ACC) [5]

Zabezpieczenie kierowcy przed zaśnięciem za kierownicą. Skomputeryzowany system do analizowania częstości bicia serca kierowcy (czujniki mierzące tętno na nadgarstku kierowcy) oraz amplitudy i częstości kąta skrętu kierownicy pozwala na ocenę czujności kierowcy. Jeżeli spada ona poniżej dopuszczalnego poziomu, włącza się dźwiękowy sygnał ostrzegawczy oraz wzbudniki powodujące vibracje fotela. Może też być użyty sygnał węchowy — rozpylenie odpowiedniego środka aromatycznego o charakterystycznym zapachu, np. mentolowym, powodującym obudzenie kierowcy. Jeżeli brak jest odpowiedniej reakcji ze strony kierowcy, samochód jest zatrzymany automatycznie. Inna metoda wykorzystuje informacje z małej kamery telewizyjnej śledzącej ruch powiek kierowcy. Jeżeli ruch ten różni się od zakodowanego wzorca - co może oznaczać, że kierowca zasypia - podejmowane są wyżej wymienione działania, których efektem ma być jego obudzenie.

## 2. Tendencje rozwojowe infrastruktury

### 2.1. Bezpieczeństwo

Wieloletnie badania i doświadczenia dowiodły, że dla zapewnienia najwyższego poziomu bezpieczeństwa oraz płynności ruchu i dobrej przepustowości szlaków komunikacyjnych konieczna jest przebudowa istniejącej infrastruktury i wyposażenie jej w wiele nowoczesnych urządzeń. Chodzi to o kilka podstawowych aspektów:

- bezpieczeństwo czyli zapobieganie wypadkom, kontrola szybkości i stanu technicznego pojazdów oraz informacja o zdarzeniach, które już nastąpiły i zagrażają innym uczestnikom ruchu, telefony alarmowe na autostradach, monitoring newralgicznych skrzyżowań i węzłów komunikacyjnych,
- zapewnienie pełnej kontroli nad sytuacją na drogach czyli warunki pogodowe, obserwacja nagłego wzrostu natężenia ruchu i blokady przejazdu na określonych kierunkach,
- sterowanie strumieniami pojazdów poprzez automatyczne informacje wyświetlane na ekranach bądź pojawiające się w radiach samochodów w postaci paska tekstowego, sugerowane kierunki jazdy, ograniczenie szybkości, wiadomości o objazdach,
- zintegrowane działania wszystkich służb związanych z infrastrukturą transportu samochodowego, kontakt on-line, możliwość wspólnego działania w sytuacjach kryzysowych.

Zadania te wymagają żeby drogi otoczone były nowoczesną infrastrukturą, urządzeniami kontrolno – pomiarowymi, systemami monitoringu, podświetleniem znaków i informacji – często z niezależnymi źródłami zasilania – np. baterie słoneczne.

### 2.2. Zautomatyzowane autostrady

Obecnie w praktyce stosowane są dość zaawansowane rozwiązania zmierzające do automatyzacji obsługi ruchu na autostradach. Wzdłuż dróg montuje się mikrofalowe czujniki automatycznie pobierające opłaty za przejazd oraz mierzące natężenie ruchu i przekazujące te dane do centrów zarządzania ruchem. Stąd informacje trafiają do kierowców, odczytywane przez odbiorniki radiowe, GPS lub telefony komórkowe.

Systemy automatycznego poboru opłat ARP (Automatic Road Pricing) dotyczą poboru opłat od uczestników ruchu drogowego za użytkowanie drogi płatnej (autostrady). Pojazdy jeden za drugim kierowane są do stacji poboru opłat, gdzie po dokonaniu odpowiedniej opłaty, mogą kontynuować jazdę.

Podstawowym celem wdrożenia systemów automatycznego poboru opłat za użytkowanie drogi płatnej, np. autostrady, obwodnicy, drogi w tunelu, jest:

- ułatwienie rozliczeń pokrycia kosztów eksploatacji drogi płatnej i infrastruktury z nią związanej,
- optymalizacja zużycia paliwa i czasu podróży - zmniejszenie zatłoczenia dróg,
- wzrost bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- możliwość transmisji informacji do użytkownika o zagrożeniach występujących na danym odcinku drogi płatnej.

Inny trend w tej dziedzinie to technologie zwiększające bezpieczeństwo ruchu konwojów pojazdów. Pierwszą próbę odcinka autostrady dostosowanego do tych wymagań przeprowadzono na autostradzie Interstate 15 w okolicach San Diego. Przy projekcie współpracował rząd USA oraz 10 największych firm motoryzacyjnych na terenie Stanów Zjednoczonych. Automatyczna autostrada została tak opracowana, aby prowadzić kilka pojazdów w konwoju po określonej

trasie. System zawiera takie elementy, jak unikanie kolizji, oszczędność paliwa czy unikanie korków na drodze.



**Rys. 2.1.** Czujnik firmy Bosch pobierający opłaty za przejazd autostradą [5]

Opiera się on na sieci czujników wbudowanych w drogę w odstępach 1-2 metrów. Pojazd analizuje dane pochodzące z tych czujników oraz własnych sensorów, kontrolując kierunek jazdy, odległość między pojazdami konwoju oraz cel podróży. Kierowca wjeżdżając na taką autostradę może sam prowadzić lub też oddać prowadzenie komputerowi. W tym drugim przypadku zostanie on zapytany o zjazd, którym chce autostradę opuścić. W każdej chwili kierowca może przejąć sterowanie lub oddać je komputerowi. System niezawodnie poprowadzi go w kierunku wyznaczonego zjazdu. Po zjechaniu z autostrady system automatycznie oddaje kontrolę w ręce kierowcy. Na razie eksperymentalny system może być tylko wykorzystywany przez specjalne pojazdy testujące, wyposażone w kamery video, magnesy i radar. 12-kilo-metrowy odcinek drogi Interstate 15 został zaadaptowany dla potrzeb projektu kosztem 10.000 dolarów na milę, poprzez wbudowanie dziesiątek tysięcy ceramicznych magnesów o wysokiej mocy wzdłuż drogi po obu jej stronach, w odstępach czterech stóp. Daje możliwość dokładnej orientacji i lokalizacji pojazdów w wyznaczonym obszarze. General Motors był główną firmą biorącą udział w tym projekcie. Kilka pojazdów produkowanych przez koncern zostało wyposażonych w czujniki i radary dostarczone przez Delphi Automotive System i Delco Electronics. Przedstawione firmy wyposażyły także samochód w jednocalowe kamery video umieszczone na tylnych lusterkach i szybach przednich. Urządzenia te umożliwiły zdalną kontrolę drogi. Delco przyczyniło się do rozwoju komunikacji pomiędzy pojazdem a zestawami urządzeń zamontowanych w systemie transportowym. Samochody wyposażono w LCD (panel ciekłokrystaliczny), a także czujniki radarowe o częstotliwości 77 GHz, które dokładnie mierzą odległość pomiędzy wszystkimi pojazdami, oraz słuchawki, przez które podawane były kierowcom wszelkie informacje. Sterowanie bez używania rąk jest możliwe dzięki zaawansowanemu systemowi sterowania dostarczonemu przez Delphi. Czujniki w sposób ciągły odczytują pozycję pojazdów na drodze, 250 razy na sekundę, czyli 8 razy szybciej niż jest tego w stanie dokonać

ludzkie oko. Elektryczny motor obraca sterującym ostrzem, by mógł on precyzyjnie określić pozycje pojazdów. Samochody posiadają także elektrycznie uruchamiany system hamulcowy i ABS.

### 3. Automatyczny pomiar zanieczyszczeń związanych z rozwojem motoryzacji

Kolejne zastosowanie urządzeń i technologii informatycznych to zagadnienia związane z ochroną środowiska. Na przykładzie aglomeracji szczecińskiej widać jak bardzo są one przydatne i pomoce w bieżącym monitoringu, przesyłaniu i obróbce danych dotyczących emisji szkodliwych substancji i dokładnego określania poziomu i stopnia zanieczyszczenia.



**Rys. 3.1.** Stacja pomiarowa zanieczyszczenia powietrza przy ul. Andrzejewskiego w Szczecinie [4]

Trzy stacje tego typu dokonują automatycznie cało rocznych, całodobowych pomiarów  $SO_x$ ,  $NO_x$ , CO,  $CO_2$  oraz pyłów zawieszonych PM przesyłając uzyskane wyniki do Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska. Ich wnikliwa

analiza w postaci raportu dla władz regionu pozwala na podejmowanie w pełni świadomych i opierających się na konkretnych danych decyzji

### Wnioski

Objętość publikacji nie pozwala na omówienie wszystkich zastosowań komputeryzacji w tej dziedzinie. Przedstawione przykłady pokazują dobitnie, że obecny i dalszy rozwój transportu samochodowego jest uzależniony od wsparcia informatycznego, zapewnienia odpowiedniego przygotowania oraz wyposażenia pojazdów i wszystkich elementów infrastruktury. Przyszłościowe wizje o drogach skomunikowanych z pojazdami, które same się przemieszczają po podaniu celu podróży nie powodując kolizji i wybierając optymalny wariant trasy – to już niedaleka przyszłość. Zasilanie alternatywnymi paliwami lub innymi źródłami energii to ekologia i dbałość o naturalne środowisko. Podobnie jak nowoczesne autostrady umieszczone jak rzymskie akwedukty nad ziemią i zapewniające bezkolizyjną komunikację pomiędzy centami mieszkalnymi, handlowymi i przemysłowymi.

### Bibliografia

1. Blaik P., Logistyczno-marketingowy łańcuch tworzenia wartości jako systemowa determinanta efektywności zarządzania, w: Logistyka przedsiębiorstw w warunkach przemian, pod red. J. Witkowskiego, Akademia Ekonomiczna, Wrocław 2002.
2. Współczesne technologie transportowe, praca zbiorowa pod red. L. Mindura, Politechnika Radomska, Radom 2004.
3. Lotko A., Technologie informatyczne w motoryzacji Politechnika Radomska, Radom 2006.
4. Mysłowski Jaromir: Analiza wpływu transportu samochodowego na poziom obciążeń emisyjnych w obrębie aglomeracji szczecińskiej, ZAPOL Szczecin 2013.
5. [www.mt.com.pl](http://www.mt.com.pl)

## Employment of information technology in development of infrastructure of road transport

### Abstract

*In this paper we present examples of employment of modern computer technologies in article in development of infrastructure of road transport. They grant functions monitoring and collect controlling safety and liquidity of traffic, they assure capability of remote drive vehicles and current information of barrier and on planned route changes, it collect on highways charges, automatic measurement of pollution and other. It is possible to steering flow of traffic in whole communication system of country.*

**Key words:** Infrastructure, road transport.

**Autor:**

Dr hab. inż. **Jaromir Mysłowski** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie