

Tomasz PERZYŃSKI, Andrzej LEWIŃSKI, Waldemar SKROK

SYSTEMY TELEMATYKI W ZARZĄDZANIU I BEZPIECZEŃSTWIE W TRANSPORCIE DROGOWYM

W artykule przedstawiono rozwiązania dedykowane poprawie bezpieczeństwa transportu oraz związane z zarządzaniem w transporcie drogowym. Przedstawione rozwiązania stanowią przykłady systemów telematyki transportu. Dodatkowo w pracy zaproponowano model matematyczny systemu telematyki transportu oparty na teorii procesów stochastycznych. Takie podejście pozwoliło to na oszacowanie parametrów niezawodnościowych.

WSTĘP

Współczesne wyzwania dotyczące transportu są skoncentrowane na efektywnym i bezpiecznym transporcie. Obecnie stosowana infrastruktura drogowa pozwala na osiąganie wysokiego poziomu bezpieczeństwa. Ma to związek z przewozem towarów, ale przede wszystkim z przemieszczaniem się osób. Zgodnie z uchwałą Rady Ministrów [8] realizacja celu transportowego wymaga:

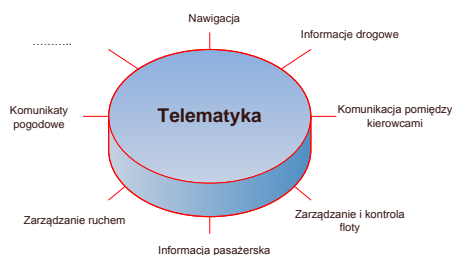
- stworzenia spójnej sieci transportowej,
- poprawienia sposobu organizacji i zarządzania systemem transportowym,
- ograniczenia negatywnych skutków wpływu transportu na środowisko,
- poprawienia bezpieczeństwa uczestników ruchu oraz przewożonych towarów.

Realizacja powyższych celów może zostać spełniona dzięki zastosowaniu rozwiązań z dziedziny telematyki transportu. Termin telematyka transportu to połączenie m.in. rozwiązań telekomunikacyjnych, informatycznych, rozwiązań automatycznego sterowania i zarządzania systemami fizycznymi, rys. 1.



Rys. 1. Telematyka

Rozwiązania z dziedziny telematyki transportu znajdują coraz większe zastosowanie. Systemy telematyki transportu pobierając informacje z czujników, kamer, pętli indukcyjnych czy radarów, pozwalają na usprawnianie procesów transportowych, [6]. Główne zadania systemów telematyki transportu drogowego przedstawiono na rys. 2.



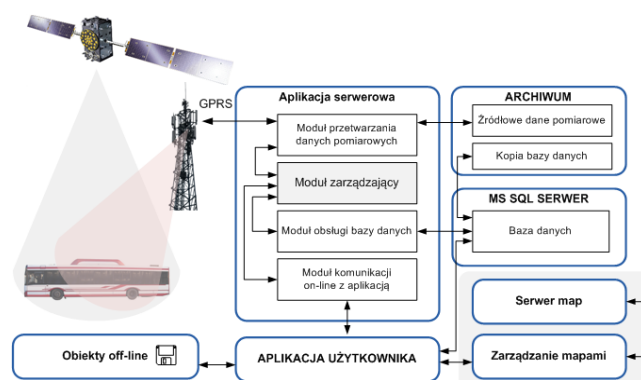
Rys. 2. Główne zadania systemów telematyki transportu drogowego

1. WYBRANE SYSTEMY TELEMATYKI W ZARZĄDZANIU TRANSPORTEM DROGOWYM

Systemy telematyki stanowią narzędzie w zarządzaniu transportem drogowym. Należy podkreślić, iż z punktu widzenia ekonomii pozwala to na wymierne oszczędności. Jednym z przykładów rozwiązań przyczyniających się do efektywnego zarządzania pojazdami są systemy monitoringu pojazdów. Systemy takie wraz z dedykowanym oprogramowaniem pozwalają m.in. na:

- przegląd aktualnego statusu pojazdów monitorowanych,
- generowanie raportów oceny kosztów eksploatacji,
- odczyt danych z czujników, które zainstalowano w pojeździe.

Przykładową strukturę systemu zarządzania i monitorowania pojazdów przedstawiono na rys. 3, [7].



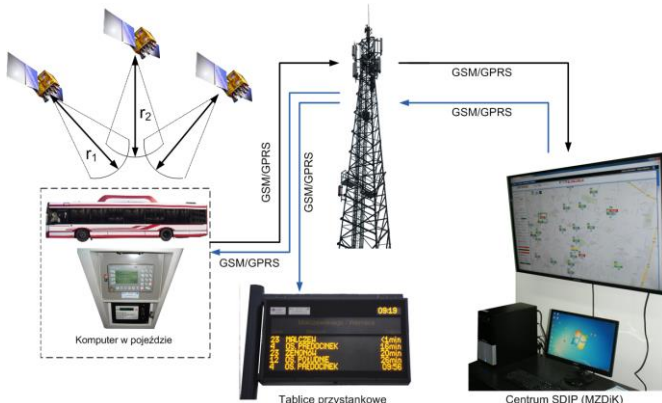
Rys. 3. Ogólna struktura systemu zarządzania i monitorowania

W zależności od rodzaju zainstalowanych czujników, w rozwiązaniach takich istnieje możliwość generowania różnych raportów, np.:

- paliwowych (zużycie paliwa, liczba tankowań, ubytki paliwa),
- tras (w tym pełna ewidencja przebiegu),
- zdarzeń z tras (m.in. czasy, długość tras, ilość tras),
- czasu pracy pojazdów (w tym m.in. czas postojów, efektywność pracy),
- prezentacja na mapie (informacja o obiekcie monitorowanym).

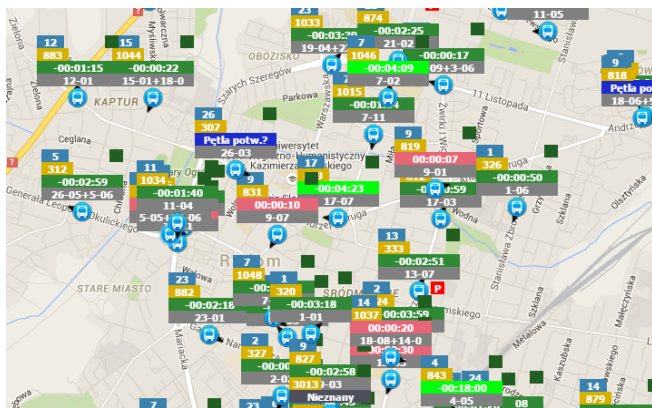
Kolejnym przykładem rozwiązań z dziedziny telematyki transportu, które jednocześnie wpisuje się w miejski ITS, jest System Dynamicznej Informacji Pasażerskiej, [2]. System taki od kilku lat z powodzeniem funkcjonuje w mieście Radom.

Po otrzymaniu danych z satelity komputer pokładowy systemu zainstalowany w pojeździe ustala aktualną pozycję i wysyła o niej dane do serwera zainstalowanego w centrali MZDIK. Co 30s. następuje aktualizacja danych, które są jednocześnie przesyłane do tablic przystankowych. Na podstawie przysyłanych danych na tablicach wyświetlane są aktualne informacje dotyczące czasu przyjazdu autobusu, [3]. Dodatkowo kierowca pojazdu posiada dane dotyczące odchyłek czasowych w stosunku do założonego w rozkładzie jazdy przybycia na kolejny przystanek. Na rys. 4. pokazano schematycznie działanie systemu.



Rys. 4. Uproszczony schemat działania systemu (źr. wł.)

Zarówno komputery w pojeździe jak i w tablicach wyposażone są w moduły transmisji GSM/GPRS. Przykładowy ekran informujący o sytuacji ruchowej przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Przykładowy ekran w SDIP (źr. wł.)

2. WYBRANE SYSTEMY TELEMATYKI WPŁYWAJĄCE NA BEZPIECZEŃSTWO W TRANSPORCIE DROGOWYM

Bezpieczeństwo transportu drogowego zależy nie tylko od sprawności pojazdów, ale również od infrastruktury po której poruszają się te pojazdy. Przeladowane pojazdy, szczególnie ciężarowe, stanowią zarówno bezpośrednie jak i pośrednie zagrożenie w ruchu drogowym oraz powodują ogromne zniszczenia nawierzchni drogowej. Jak wskazują dane NIK [1], przejazd jednego pojazdu o nacisku 20 ton na oś powoduje zużycie nawierzchni w takim stopniu co przejazd 2 500 000 pojazdów osobowych. Jednym z elementów wpływających przewencyjnie na nieuczciwych przewoźników jest instalowanie preselekcyjnych systemów wagowych. Głównym elementem takiego systemu jest preselekcyjne ważenie pojazdu znajdującego się w ruchu. W skład systemu, co pokazano na rys. 6, zależnie od potrzeb zarządcy drogi wchodzi m.in.:

- czujniki pomiarowe,

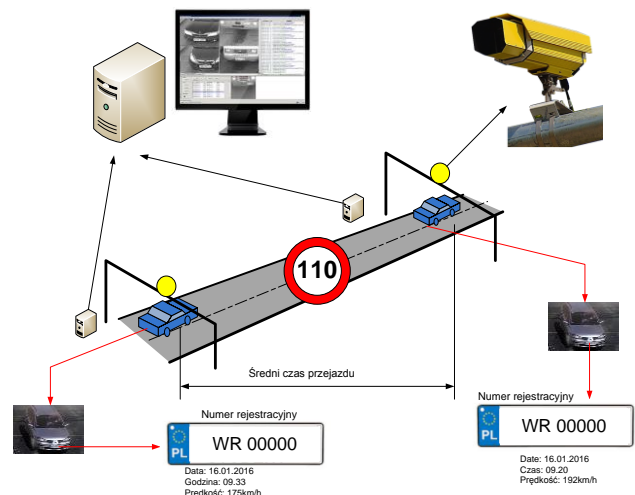
- kontener z układem sterującym,
- pętle indukcyjne,
- strefa odpowiedzialna za wideo rejestrację.



Rys. 6. Elementy systemu preselekcyjnego ważenia (źr. wł.)

W momencie wykrycia przeciążonego pojazdu system przesyła w czasie rzeczywistym dane pojazdu (m.in. naciski, masa, długość, prędkość, klasyfikację pojazdu, datę i czas, zdjęcie zawierające sylwetkę pojazdu wraz z numerem rejestracyjnym) do serwera GDDKiA za pomocą stacji BTS (GPRS/EDGE/UMTS/CDMA) operatora telefonii komórkowej. Dane z serwera są natychmiast dostępne dla inspektorów ITD. Po zatrzymaniu pojazdu przez inspektorów następuje ważenie statyczne w celu weryfikacji otrzymanych danych oraz wyeliminowania błędów np. spowodowanymi pionowymi wahaniami pojazdów.

Kolejnym przykładem systemu wpływającego na bezpieczeństwo w ruchu drogowym jest system średniego pomiaru prędkości. Rozwiązanie takie rejestruje naruszenia w ruchu drogowym, które polega na przekroczeniu średniej prędkości na danym odcinku drogi. Przykładowy schemat działania systemu przedstawiono na rys. 7, [4].



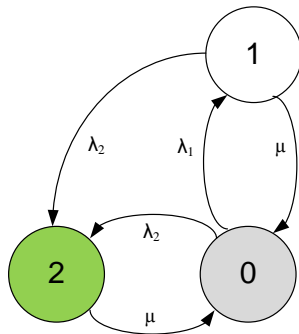
Rys. 7. Schemat działania systemu średniego pomiaru prędkości (źr. wł.)

System średniego pomiaru prędkości został tak skonfigurowany, żeby przeliczać średni czas przejazdu na odcinku. W przypadku przekroczenia dopuszczalnej prędkości przez pojazd, dane zapisywane są w systemie. Zebrane dane w postaci zaszyfrowanej (np. OpenSSL, RSA i SHA 256) są automatycznie przekazywane do Centralnego Systemu Przetwarzania. Przesłane komunikaty mogą być realizowane w oparciu o standard HTTP 1.1. i formatowane

przy użyciu standardu JSON (RFC 4627). Komunikacja może odbywać się za pomocą TCP/IP (zabezpieczenie IPsec).

3. MODELOWANIE SYSTEMÓW TELEMATYKI W TRANSPORCIE DROGOWYM

Jednym z elementów wspomagających opracowywanie nowych rozwiązań jest modelowanie systemów. Podejście takie pozwala na sprawdzanie różnych scenariuszy zdarzeń już na etapie koncepcji, oraz wskazanie słabych punktów systemu, [5]. W przypadku systemów telematyki, gdzie mamy do czynienia z przesyłem danych, możliwa jest analiza związana z obsługą pakietów (teoria kolejek). Na rys. 8 przedstawiono przykładowy model systemu telematyki transportu drogowego odzwierciedlający system obsługi pakietów zwykłych i priorytetowych (np. dane od pojazdów uprzywilejowanych) w systemie telematyki. W celu przeprowadzenia analizy zaproponowano stacjonarne, jednorodnie i ergodyczne procesy Markowa. Pozwoliło to na oszacowanie wskaźników niezawodnościowych.



Rys. 8. Model dla systemu obsługi pakietów

W modelu na rys. 8 możemy wyróżnić:

- stan 0 – stan oczekiwania na obsługę,
- stan 1 – przybycie pakietów zwykłych,
- stan 2 – przybycie pakietów priorytetowych.

Modelowi z rys. 8 możemy przypisać równania stanu w postaci operatorowej z uwzględnieniem warunku początkowego:

$$\begin{cases} s \cdot \tilde{P}_0 - 1 = \mu \tilde{P}_2 + \mu \tilde{P}_1 - (\lambda_1 + \lambda_2) \tilde{P}_0 \\ s \cdot \tilde{P}_1 = \lambda_1 \tilde{P}_0 - (\lambda_2 + \mu) \tilde{P}_1 \\ s \cdot \tilde{P}_2 = \lambda_2 \tilde{P}_1 + \lambda_2 \tilde{P}_0 - \mu \tilde{P}_2 \end{cases} \quad (1)$$

Rozwiązując układ równań (1), otrzymano:

$$\begin{aligned} \tilde{P}_0 &= \frac{s + \mu}{s \cdot (\lambda_1 + \lambda_2 + \mu + s)} \\ \tilde{P}_1 &= \frac{-s \cdot \lambda_1 + \mu \cdot \lambda_1}{s \cdot (\lambda_1 + \lambda_2 + \mu + s) \cdot (\lambda_2 + \mu + s)} \\ \tilde{P}_2 &= \frac{\lambda_2}{s \cdot (\lambda_2 + \mu + s)} \end{aligned} \quad (2)$$

Obliczając granicę równań (2) dla $s \rightarrow 0$, otrzymano:

$$P_0 = \frac{\mu}{\lambda_1 + \lambda_2 + \mu} \quad (3)$$

$$P_1 = \frac{\mu \cdot \lambda_1}{(\lambda_1 + \lambda_2 + \mu) \cdot (\lambda_2 + \mu)}$$

$$P_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 + \mu}$$

PODSUMOWANIE

Na przestrzeni kilku ostatnich lat można wyraźnie zauważyć dynamiczny rozwój oraz implementację rozwiązań z dziedziny telematyki transportu. Systemy telematyki transportu drogowego stanowią obecnie w dużych aglomeracjach jedno z podstawowych narzędzi wpływających na mobilność, lepsze zarządzanie ruchem oraz bezpieczeństwo. Nie bez znaczenia w obszarach zurbanizowanych jest implementacja rozwiązań ITS, elementu telematyki transportu drogowego. Do korzyści płynących z wdrożenia ITS w obszarach miejskich można zaliczyć m.in.:

- kompleksowe zarządzanie ruchem,
- monitorowanie ruchu, pozwalające na pozyskanie informacji i przekazanie ich uczestnikom ruchu oraz pasażerom korzystającym z miejskich środków transportu publicznego,
- optymalizacja pracy sygnalizacji świetlnej i dostosowanie jej do aktualnych potrzeb,
- wsparcie dla transportu publicznego,
- dynamiczne zarządzanie transportem.

Przedstawione w pracy systemy stanowią wybrane przykłady obecnie stosowanych rozwiązań a zaprezentowany przykład modelowania można modyfikować i implementować na potrzeby różnych systemów telematyki transportu drogowego.

BIBLIOGRAFIA

1. <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/nik-o-przeladowanych-pojazdach-i-niszczenu-drog.html>
2. Perzyński T., Lewiński A.: „Telematyka transportu w komunikacji miejskiej”. Prace Naukowe Transport, z. 113., s. 401-410. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2016. ISSN 1230-9265
3. Perzyński T.: „Telematyka w zarządzaniu w transporcie miejskim”. Logistyka nr 3/2014, CD s. 5030-5035 ISSN 1231-5478
4. Perzyński Tomasz: „Wybrane systemy telematyki w bezpieczeństwie i zarządzaniu w transporcie lądowym i śródlądowym”. Wydawnictwo Uniwersytetu Technologiczno – Humanistycznego im. K. Pułaskiego w Radomiu. Seria Monografie, Nr 201. Radom 2016.
5. Rosiński A.: „Modelowanie procesu eksploatacji systemów telematyki transportu”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015
6. Sumiła M.: „Pozyskiwanie informacji w systemach ITS”. Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 100. Warszawa 2013
7. Tekom Technologia Sp. z o.o.: „Autolog. System wspomagający monitorowanie pojazdów”. Instrukcja użytkownika programu, Radom 2014
8. Uchwała Rady Ministrów z dnia 22 stycznia 2013 r. – w sprawie Strategii Rozwoju Transportu do 2020 r. (z perspektywą do 2030 r.)

Telematics Systems in Management and Safety in Road Transport

The article presents solutions dedicated to improving the safety of transport and related to the management of road transport. Presented solutions are an examples of transport telematics systems. In addition, in the paper proposed a mathematical model of telematics transport based on the theory of stochastic processes. Such approach allowed to estimate the reliability parameters.

Autorzy:

prof. dr hab. inż. Andrzej Lewiński – Wydział Transportu i Elektrotechniki Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu

dr inż. Tomasz Perzyński – Wydział Transportu i Elektrotechniki Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu

mgr inż. Waldemar Skrok – Wydział Transportu i Elektrotechniki Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu