

Janusz Szpytko
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,

Michał Gbyl

NARZĘDZIE OCENY WŁAŚCIWOŚCI OPERATORA ŚRODKA TRANSPORTU

Streszczenie: Przedmiotem wypowiedzi jest narzędzie umożliwiające reagowanie na zmianę stanu psychofizycznego operatora środka transportu. Istotą narzędzia jest analiza obrazu widoczności gałki ocznej operatora realizowana w środowisku MatlabSimulink, w rezultacie której oceniana jest właściwość człowieka wyrażona stanem jego przydatności do funkcji sterujących. Aplikacja może być przydatna dla podniesienia bezpieczeństwa czynnego w transporcie.

Słowa kluczowe: operator, środek transportu, sterowanie

1. WSTĘP

Bezpieczeństwo w środkach transportowych osiągnęte jest w rezultacie stosowania rozwiązań typu biernego i czynnego. Rozwiązania wspomagające zapewnienie bezpieczeństwa w środkach transportu, zwłaszcza kołowego, w sposób bierny są uwzględnione w ich właściwościach typu: konstrukcja klatki operatora i mechanizmów napędowych, elastyczne budowanie otoczenia osłabiającego możliwe zagrożenia operatora (pasy i napinacze pasów bezpieczeństwa, poduszki powietrzne, zagłówki).

Rozwiązania wspomagające zapewnienie bezpieczeństwa w sposób czynny mają charakter zewnętrznego oddziaływania, przykładowo: adaptacyjny układ hamulcowy typu ABS (ang. *Anti-lock Brake System*), układy typu przeciwoślizgowy ASR (ang. *Acceleration Slip Regulation*), stabilizacji toru jazdy SC (ang. *Automatic Stability Control*), TSC (ang. *Traction Control System*), ESP (ang. *Dynamic Stability Control*), PSM (ang. *Porsche Stability Management system*), a ponadto: linia i kolor nadwozia, właściwości kół jezdnych i opon, świateł zewnętrznych i inne.

Rozwiązania wspomagające zapewnienie bezpieczeństwa w sposób czynny wewnętrznie adresowane są przede wszystkim do operatora środka transportu i obejmują przykładowe elastyczne rozwiązania: w zakresie poprawy komfortu otoczenia pracy operatora (siedziska operatora, wielostrefowa klimatyzacja, układy pozycjonowania satelitarnego), zapewnienie widoczności środowiska pracy z użyciem lusterek i kamer typu specjalnego (likwidacja tak zwanego martwego pola widzenia, wycieraczki reagujące na deszcz, zapewnienie widzenia w warunkach trudnych i nocnych), wielofunkcyjna kierownica (minimalizacja potrzeby innej koncentracji niż środowisko pracy pojazdu), zapewnienie bezpiecznego otoczenia środka transportu - układ stabilizacji odległości typu ACC (ang. *Adaptive Cruise Control*), auto-hamowania typu CWAP (ang. *Collision Warning with Auto Break*), utrzymania stałej prędkości jazdy typu tempomat, czujniki cofania oraz utrzymywania stałej zadanej odległości od pojazdu poprzedzającego, a ponadto inteligentne układy integrujące typu Pre-SAFE [Dyszy, Frenzl, 2006; Dyszy, 2008; Zienkiewicz, 2007].

Według danych Komendy Głównej Policji wypadki w ruchu drogowym w roku 2009 w 79,3 % spowodowane zostały przez kierujących [KGP, 2010]. Dlatego też nadal coraz więcej prac ukierunkowanych jest na wspomaganie funkcji sterujących operatora środka transportu i przejmowaniu jego funkcji w przypadkach braku wymaganych właściwości psychofizycznych.

Przedmiotem wypowiedzi jest narzędzie umożliwiające reagowanie na zmianę stanu psychofizycznego operatora środka transportu. Istotą narzędzia jest analiza obrazu widoczności gałki ocznej operatora realizowana w środowisku MatlabSimulink, w rezultacie której oceniana jest właściwość człowieka wyrażona stanem jego przydatności do funkcji sterujących. Aplikacja może być przydatna dla podniesienia bezpieczeństwa czynnego w transporcie.

2. WYBRANE UKŁADY WIZYJNE TYPU INTELIGENTNEGO W ŚRODKACH TRANSPORTU KOŁOWEGO

W środkach transportu kołowego instalowane są coraz częściej rozwiązania wizyjne typu inteligentnego, których zadaniem jest aktywne korygowanie procesów decyzyjnych operatora urządzenia na podstawie informacji pozyskiwanych z otoczenia. Są one logicznym uzupełnieniem istniejących rozwiązań wspomagających zapewnienie bezpieczeństwa procesu użytkowania środków transportu z użyciem rozwiązań typu biernego i czynnego i są ukierunkowane na uzupełnienie zmiennych w czasie właściwości psychofizycznych operatora.

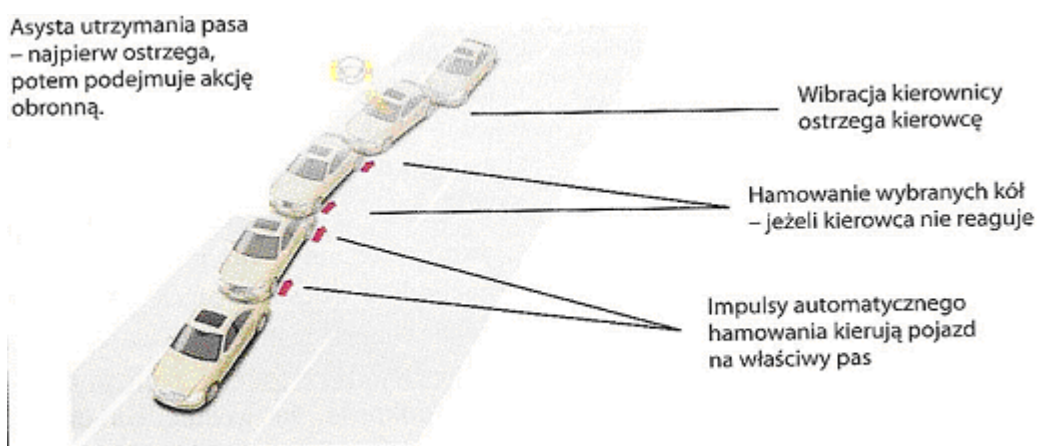
Istotnym zagadnieniem w sterowaniu środkiem transportu jest przykładowo właściwe reagowanie przez operatora na oznakowanie pionowe i poziome (będące nośnikiem określonej informacji dla operatora) instalowane w otoczeniu trajektorii jego ruchu. Znane są pilotowe systemy do rozpoznawania znaków drogowych typu pionowego i poziomego: czasu i miejsca ich obowiązywania oraz zakończenia obowiązywania oraz ich prezentacji na panelu operatora pojazdu [A1, A2] - rys. 1, rys. 2.

W rezultacie rejestracji obowiązywania określonego znaku drogowego (przykładowo: dopuszczalna prędkość, nakaz bezwzględного zatrzymania się) informacja jest

przekazywana do operatora do zastosowania lub podsystem sterujący w sposób autonomiczny podejmuje określone działanie powiązane z wymaganiami sformułowanymi w treści zgodnej z danymi referencyjnymi. *Asystent* operatora analizuje drogę przed pojazdem, sprawdzając czy pojazd znajduje się na dopuszczalnym pasie ruchu (ścieżce), lub czy zmiana pasa ruchu jest świadomym i bezpiecznym (z zadawalającym poziomem ryzyka) działaniem operatora. Podczas niesygnalizowanej zmiany toru jazdy aktywują się w pojeździe ostrzeżenia dla kierowcy w postaci sygnalizacji dźwiękowej lub wibracji jego siedziska.



Rys. 1. Widok panela rozpoznawania znaków drogowych w Oplu Insignia [A1]



Rys. 2. Inteligentny asystent zmiany pasa ruchu w pojazdach typu Mercedes [Dyszy, Frenzl, 2006]

Istotą przedstawionych rozwiązań są systemy wizyjne obejmujące: kamery skierowane na otoczenie środka transportu, dedykowane środowisko cyfrowe do analizy obrazu

w układzie *on-line* (przykładowo MatlabSimulink), baza danych referencyjnych powiązana ze znakami i sygnalizacjami pionowymi i poziomymi, algorytm postępowania ukierunkowany na bezpieczne podejmowanie decyzji w sytuacjach zagrożenia, układy prezentacji wyników dla operatora lub/ i autonomicznego korygowania sterowań realizowanych przez operatora. Wyróżnione rozwiązania są doskonalone z uwagi na potrzebę ich stosowania w układach czasu rzeczywistego.

3. UKŁAD REJESTRACJI ZMĘCZENIA OPERATORA

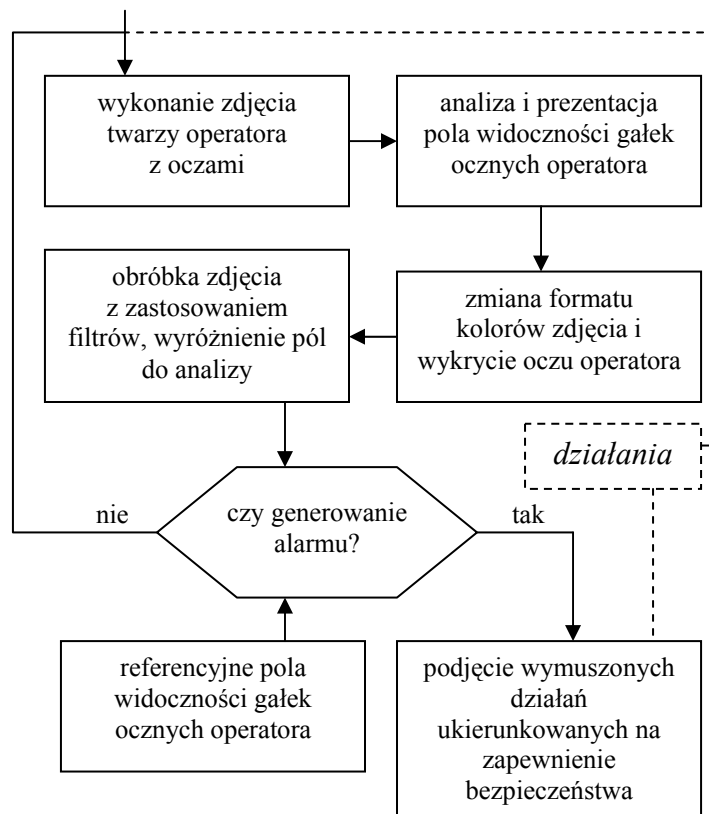
Według danych Komendy Głównej Policji przyczyny wypadków spowodowanych przez kierujących w ruchu drogowym w roku 2009 obejmowały przede wszystkim niedostosowanie prędkości do warunków ruchu (31,2 %) oraz nieprzestrzeganie pierwszeństwa przejazdu (25,2 %), a ponadto zmęczenie i zaśnięcie (1,4 %) [KGP, 2010]. Fakt ten był inspiracją podjęcia pracy ukierunkowanej na śledzenie w czasie rzeczywistym zmian właściwości psychofizycznych operatora, których widocznym objawem jest przykładowo zmęczenie, rezultatem którego jest zaśnięcie operatora za kierownicą.

Przyjęto, że zmęczenie operatora wyrażone jest polem widoczności jego gałek ocznych. Zmiana pola widoczności gałek ocznych w rezultacie ograniczania ich przez powieki jest miarą utraty właściwości psychofizycznych operatora (z wykorzystaniem przyjętego wyskalowania), która jest następnie przedmiotem rejestracji w układzie *on-line* i sprzężenia zwrotnego w postaci sygnału informującego dla operatora lub jego automatycznego *asystenta*.

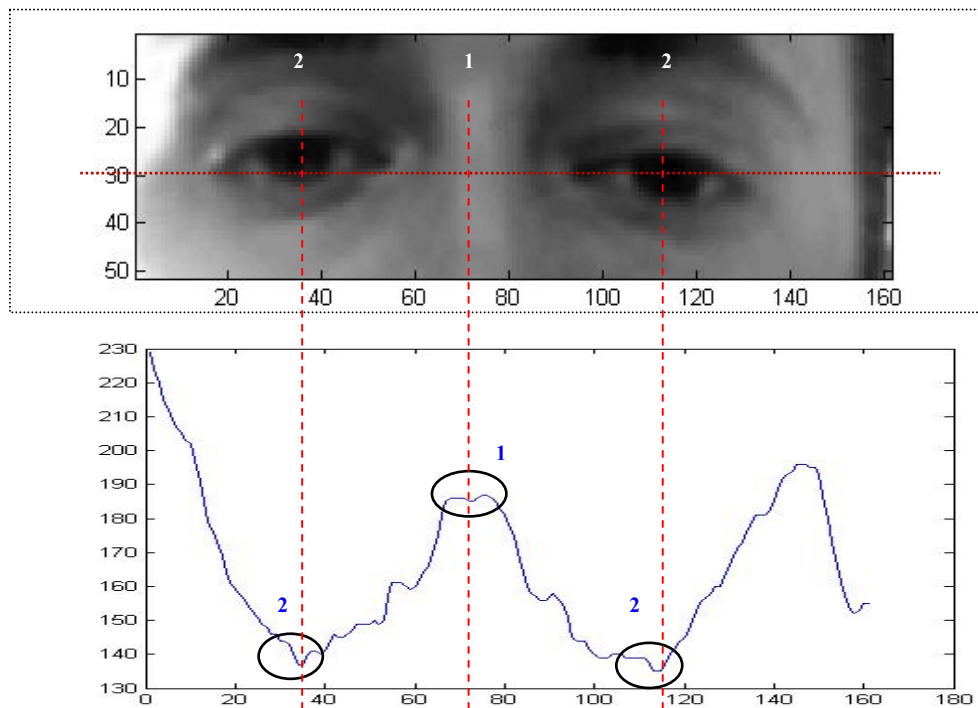
Zbudowany system rejestracji zmęczenia operatora, wyrażony jak powyżej, zrealizowano przy założeniu minimum kosztów i ograniczeń środowiska [Gbyl, 2010]. System obejmuje: kamerę internetową typu Creative Live Notebook VF0470 (czujnik pomiarowy), program Matlab 7.5.0 (analiza i przetwarzanie obrazu), laptop typu Acer Aspire 3620 (przetwarzanie i analiza obrazu oraz rejestracja i prezentacja wyników i alarmów). Wprowadzone uproszczenia obejmowały stałe: oświetlenie umieszczone na wprost twarzy operatora, odległość kamery od oczu operatora (około 40 cm), a ponadto ograniczona sprzętowo prędkość reakcji na zmianę obserwowanego pola. Kamera internetowa wykonuje zdjęcia z częstotliwością zależną od rodzaju sprzętu, na jakim zainstalowany jest program Matlab.

Algorytm działania opracowanego układu rejestracji zmęczenia operatora przedstawiono na rysunku 3. Na rysunku 4 przedstawiono charakterystyki zmian pola widoczności gałek ocznych w rezultacie ograniczania ich przez powieki, natomiast na rysunku 5 przedstawiono widok interfejsu wykonanego w środowisku Matlab dla potrzeb przedmiotowych analiz i prezentacji. Przedmiotowy interfejs obejmuje: prezentację zdjęcia twarzy operatora (1), panel kontrolny sterowania interfejsem (2), prezentację pól widoczności gałek ocznych operatora (3), prezentację komunikatów o stanie psychofizycznym operatora (4) typu zdatny/ niezdatny/ stan ostrzeżenia, prezentację znaków informacyjnych typu ostrzegawczego dla operatora (5).

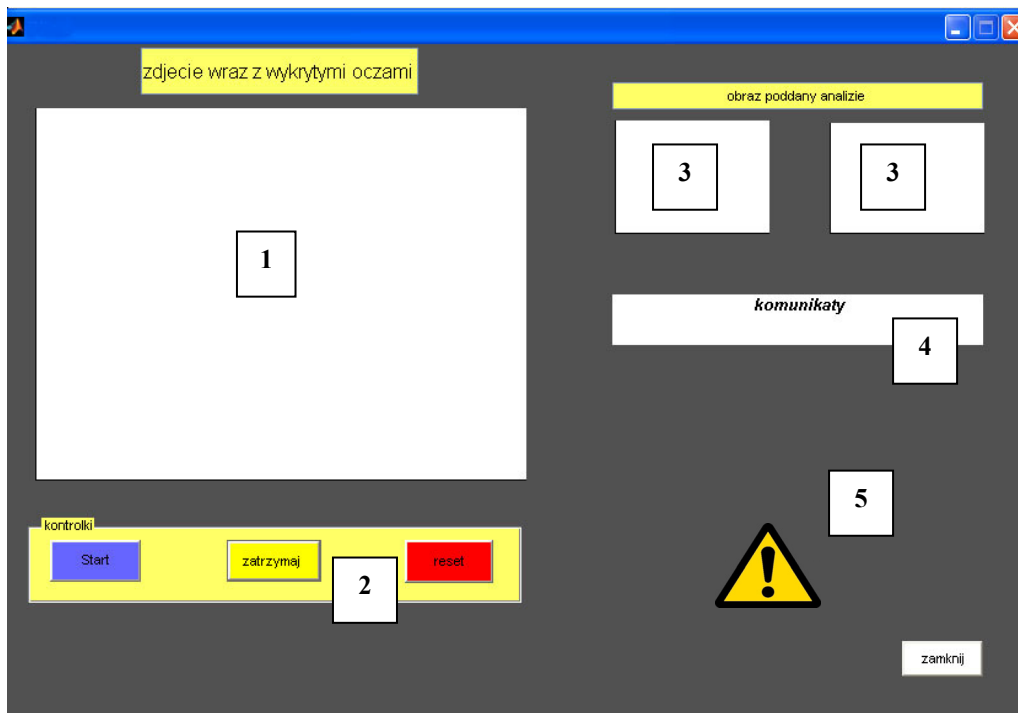
Opracowany i wykonany system rejestracji zmęczenia operatora przetestowano z wynikiem zadawalającym.



Rys.3. Algorytm opracowanego układu rejestracji zmęczenia operatora



Rys. 4. Charakterystyki zmian pola widoczności gałek ocznych



Rys. 5. Widok interfejsu wykonanego w środowisku Matlab dla potrzeb analiz i prezentacji zmęczenia operatora: 1 - prezentacja zdjęcia twarzy operatora, 2 - panel kontrolny sterowania interfejsem, 3 - prezentacja pól widoczności gałek ocznych operatora, 4 - prezentacja komunikatów o stanie psychofizycznym operatora, 5 - prezentacja znaków informacyjnych typu ostrzegawczego dla operatora

3. PODSUMOWANIE

W opracowaniu scharakteryzowano układy aktywne i pasywne wspierające zapewnienie bezpieczeństwa w środkach transportu typu kołowego. Uwagę skoncentrowano na wybranych układach wizyjnych typu inteligentnego, rozwijanych w nowoczesnych systemach jako najczęściej integratora istniejących rozwiązań i doskonalących automatycznego *asystenta* operatorów środków transportu.

Przedstawiono opracowany i przetestowany z zadawalającym wynikiem układ rejestracji zmęczenia operatora środka transportu wyrażonego tendencją do zaśnięcia w czasie realizacji działań sterujących. Przedstawiona aplikacja zintegrowana aktywnie z układami sterowania środka transportu pozwala zwiększyć ich bezpieczeństwo podczas realizacji działań użytecznych.

Podziękowanie

Praca badawcza sfinansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2008-2011.

Bibliografia

1. Dyszy J., Frencl K.: *Nocna wizja*. Auto Technika Motoryzacyjna, marzec 2006.
2. Dyszy J.: *Uchronić przed nieuchronnym*. Auto Technika Motoryzacyjna, s.14, wrzesień 2008.

3. Gbyl M.: *Projekt układu bezpieczeństwa operatora w środkach transportu kołowego*. Praca dyplomowa, promotor: Janusz Szpytko, AGH, Kraków, 2010.
4. KGP: *Statystyka wypadków w ruchu drogowym za rok 2009*. KGP, Warszawa, 2010.
5. Szpytko J.: *Kształtowanie procesu eksploatacji środków transportu bliskiego*. Biblioteka Problemów Eksploatacji, ITE, Kraków - Radom, 2004.
6. Zienkiewicz B.: *Samochód wie lepiej*. Auto Technika Motoryzacyjna, s.32, grudzień 2007.
7. A1: http://www.autocentrum.pl/go/338__Sztuczne_oko_cz.2__772952880.html, *podstawowe wiadomości na temat systemu opel eye w opelu insigni*, 15.07.2009
8. A2: http://www.mathworks.com/company/newsletters/news_notes/jan06/vip.html *Simulink w procesie przetwarzania obrazu*, 15.07.2009

OPERATORS' FEATURE ASSESSMENT TOOL OF TRANSPORT DEVICE

Abstract: The paper aim is an intelligent tool enable react to the psychological state of the transport device operator that is a subject of change. The tool is based on an eyeball image surface analysis with use Matlab software that results assessment of the operator useful to play control activities. The tool application in transport devices helps to increase safety on road actively.

Keywords: operator, transport device, control