

Stanowisko laboratoryjne do pomiaru wybranych parametrów psychofizycznych kierowców

Streszczenie. W artykule zaprezentowano stanowisko laboratoryjne do pomiaru wybranych parametrów psychofizycznych kierowców z użyciem jednoelektrodowego elektroencefalografu MindWave oraz symulatora pojazdu osobowego AS1200-6 firmy AutoSim, będącego na wyposażeniu laboratorium silników spalinowych w Instytucie Silników Spalinowych i Transportu Politechniki Poznańskiej. Przystępując do badań założono, że istnieje korelacja pomiędzy rzeczywistą a wirtualną jazdą pojazdem osobowym. Zastosowano w tym celu pomiar wskaźnika koncentracji za pomocą urządzenia MindWave. W badaniach wykorzystano autorskie oprogramowanie, pozwalające na rejestrację danych z elektroencefalografu i powiązanie ich z wydarzeniami na symulowanej trasie.

Abstract. In the paper a laboratory stand for measurement of some selected psychophysical parameters of drivers is presented. One-electrode electroencephalograph and the simulator AS1200-6 made by AutoSim was used. This simulator is a part of the laboratory equipment in Institute of Combustion Engines and Transport, Poznan University of Technology. Authors assumed, that the correlation between real and virtual driving exists. To prove that, the level of drive concentration measured with MindWave device has been used. The software created by the authors allows for data acquisition and to connect these data with events on a simulated route. (**Laboratory stand for measurement of selected psychophysical parameters of drivers**).

Słowa kluczowe: stan psychofizyczny, symulator jazdy samochodem, pomiar koncentracji, EEG.

Keywords: psychophysical condition, driving simulator, concentration measurement, EEG.

Wstęp

Innowacyjne metody badawcze coraz częściej wykraczają poza typowe ramy tematyczne stając się interdyscyplinarnymi. Jednym z takich przykładów jest stanowisko laboratoryjne symulatora AS1200-6 firmy AutoSim [5], które może być wykorzystywane do pomiarów wybranych parametrów psychofizycznych kierowców. Stanowisko tworzy zestaw symulatora kabinowego pojazdu osobowego oraz, w przypadku prowadzenia badań nad koncentracją i relaksacją kierowcy, urządzenie MindWave [6], będące uproszczoną wersją elektroencefalografu (EEG).

Z założenia stanowisko laboratoryjne stanowi symulację wirtualnego świata, gdzie badana osoba zajmuje miejsce w rzeczywistej kabinie pojazdu osobowego ustawionej na ruchomej podstawie (hexapod) o sześciu stopniach swobody. Wizualizacja otoczenia oraz interakcji pomiędzy pojazdem a otoczeniem jest realizowana głównie poprzez ekran cylindryczny, wykorzystujący cztery rzutniki. Obraz za kierownicą jest „ograniczony” do lusterek kierowcy, którymi są w tym przypadku małe ekrany LCD. W kabinie kierowcy mają do czynienia z wnętrzem pojazdu Lancia Ypsilon, w którym większość elementów pozostała niezmienną, a jedynie zaadaptowana do pozyskiwania danych sterujących pojazdem oraz podstawowej reakcji pojazdu takich jak opory na kierownicy lub powrót do położenia „środkowego” kierownicy po wykonanym skręcie.

Badania symulacyjne są obecnie coraz częściej stosowanym sposobem stosowanym na potrzeby zarówno udoskonalania obecnych rozwiązań technologicznych, jak i badań zachowania kierowców, udoskonalania ich umiejętności oraz szkolenia nowych kierowców. Należy sądzić, że w przyszłości symulatory pojazdów drogowych będą też wykorzystywane prawnie do weryfikowania zdolności psychofizycznych kierowców oraz egzaminowania osób w celu uzyskania prawa jazdy. Obecnie jednym z pierwszych aktów prawnych na terenie Unii Europejskiej są: Dyrektywa 2003/59/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 lipca 2003 r. w sprawie: „Wstępnej kwalifikacji i okresowego szkolenia kierowców niektórych pojazdów drogowych do przewozu rzeczy lub osób”, zmieniająca rozporządzenie Rady (EWG) nr 3820/85 oraz dyrektywa Rady 91/439/EWG i uchylająca dyrektywę

Rady 76/914/EWG. Głównymi zaletami stosowania technologii symulacyjnej są:

- bezpieczeństwo i kontrola procedur symulacji,
- powtarzalność warunków badań,
- możliwość kreacji nowych obiektów, sytuacji lub scenariuszy sytuacyjnych,

a także (z badawczego punktu widzenia) - możliwość pozyskiwania dużej ilości danych w zależności od potrzeb badania.

Jednakże, zastosowanie symulatora ma także wady, jakimi są:

- choroba symulacyjna (objawiająca się podobnie jak choroba lokomocyjna, czyli w postaci zawrotów i bólu głowy),
- szybsze zmęczenie osób kierujących wirtualnym pojazdem,
- brak odczuwania oddziaływania sił identycznych z tymi w rzeczywistym pojeździe.

Pomimo swoich wad stanowiska podobne i bardziej zaawansowane w niedługiej przyszłości będą coraz częściej wykorzystywane ze względu na znaczne możliwości naukowo-badawcze, edukacyjne oraz, być może, także prawne (np. wykonywanie na symulatorach większej części zadań teoretycznych i praktycznych podczas kursów na egzamin prawa jazdy).

Obecnie stanowisko symulatora AS1200-6 z Instytutu Silników Spalinowych i Transportu PP jest także wykorzystywane do celów edukacyjnych przyszłych inżynierów. Studenci dzięki użytkowaniu tak zaawansowanego sprzętu mogą „wcielić się” w rolę badaczy, którzy przeprowadzają badania z zakresu identyfikacji zachowania kierowcy w aspekcie „ecodrivingu”. Dzięki temu osoby uczestniczące w takich zajęciach zyskują nowe doświadczenia oraz rozwijają swoje zdolności w zakresie obserwacji i analizy.

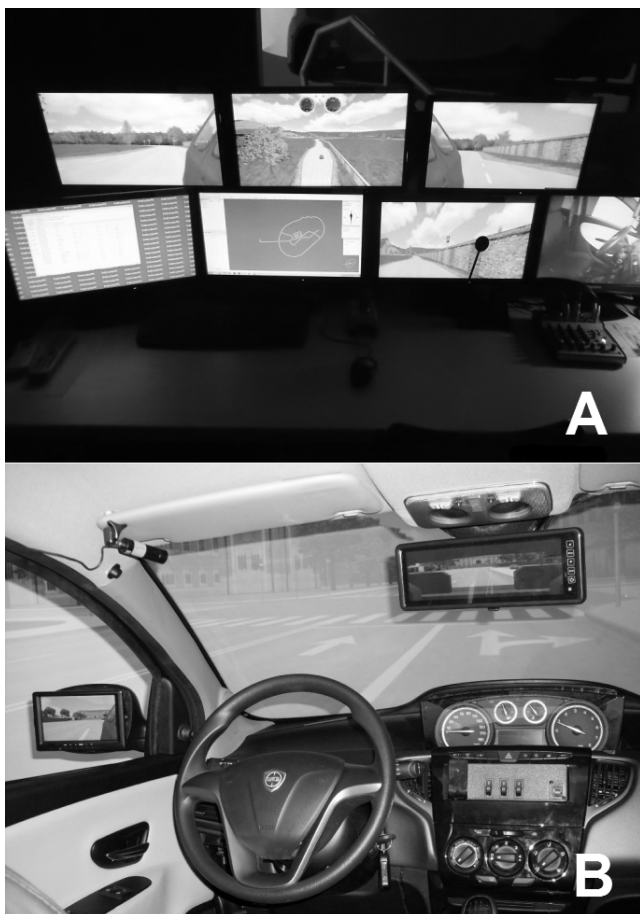
Budowa stanowiska

W podstawowej wersji stanowisko symulacyjne z zestawem AS1200-6 firmy AutoSim składa się z wcześniej wspomianej kabiny pojazdu, ekranu sferycznego oraz stanowiska instruktorskiego. Ze względu na bezpieczeństwo, sala laboratoryjna jest podzielona na dwa sektory: bezpieczny i niebezpieczny. Otoczeniem

zagrożającym osobom postronnym jest okolica użytkowa symulatora ze względu na możliwość uderzenia poruszającą się na podnośniku kabiną. Reszta sali przeznaczona jest dla obsługi i osób postronnych.

Głównym elementem używanym przez autorów do rejestracji współczynników koncentracji oraz relaksacji było urządzenie jednoelektrodowe EEG o nazwie MindWave firmy NeuroSky. Zostało ono podłączone do dodatkowego komputera badawczego zsynchronizowanego podczas uruchomienia symulacji z pozostałą częścią systemu rejestracyjnego. Dzięki temu bezprzewodowemu połączeniu było możliwe swobodne korzystanie z urządzenia z odległości do 10 m, bez ograniczania ruchów kierowcy. Komunikacja odbywała się za pomocą łącza Bluetooth, które w pełni sprostало postawionym zadaniom bez utraty połączenia i/lub bez zakłóceń pomiaru, które często występują w przypadku łączy przewodowych.

Opisane stanowisko przedstawiono na rysunku 1.



Rys.1. Widok stanowiska pomiarowego: pulpit sterowniczy (a) i wnętrze pojazdu (b)

Symulator

Symulator AS1200-6 jest zaawansowanym symulatorem szkoleniowo-badawczym spełniającym wymagania Dyrektywy 2003/59/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 lipca 2003 roku. Urządzenie znajdujące się na Politechnice Poznańskiej jest wykorzystywane do celów badawczo-naukowych oraz edukacyjnych. Ma ono możliwości tworzenia nowych obiektów, które mogą zostać elementami symulacji oraz scenariuszy symulacyjnych, od których zależy program realizacji badań.

Główną zaletą aplikacyjną jest możliwość rejestracji licznych zmiennych parametrów takich jak: przyspieszenie, prędkość, położenie pojazdu na mapie, stan logiczny przycisków w kabinie, operowanie pedałami, kierownicą i

skrzynią biegów oraz wiele innych. Ponadto, istnieje możliwość połączenia systemu symulatora z innymi rejestratorami lub urządzeniami wykorzystywanymi do rzeczywistych pojazdów np. VBOX.

MindWave

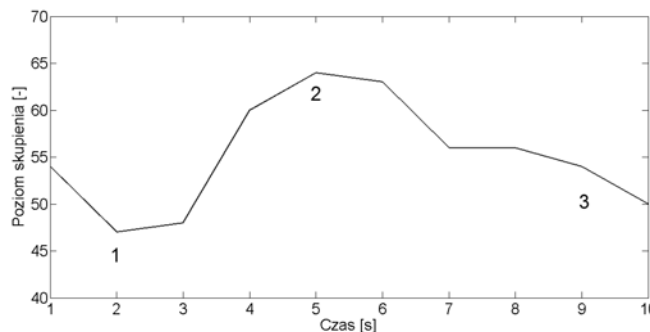
Elektroencefalograf (EEG) jest urządzeniem wykorzystywanym do rejestrowania elektrycznej aktywności mózgu z powierzchni czaszki. Jest on powszechnie używany w medycynie, głównie do diagnozowania uszkodzeń lub zmian patologicznych w pracy mózgu. Szczegółowa analiza przebiegów czasowych i widma zmierzzonego sygnału pozwala na ustalenie czy badana osoba śpi, czy ma tylko zamknięte oczy, jaki obszar mózgu generuje sygnały elektryczne, jaki jest stan psychiczny badanego (np. czy jest skupiony, czy zrelaksowany). Urządzenie wyposażone jest w jedną, suchą elektrodę czołową (nazwaną Fp1 według międzynarodowego standardu 10-20) oraz klips referencyjny montowany na uchu. Sygnał surowy próbkowany jest z częstotliwością 512 Hz. Do transmisji danych wykorzystywany jest bezprzewodowy interfejs Bluetooth w wersji energooszczędnej. Wspomniane urządzenie, poza surowym sygnałem, do komputera przekazuje także poziom skupienia („Attention”) oraz relaksu („Meditation”). Oba te współczynniki są bezwymiarowe. Niestety, producenci urządzenia nie udostępniają szczegółowego sposobu ich wyznaczenia; wiadomo, że korelują one z tzw. falami alfa, beta oraz theta [3].

Oprogramowanie

Do komunikacji urządzenia MindWave z komputerem wykorzystano autorską aplikację przygotowaną w języku C#. Napisanie własnego oprogramowania wynikało z braku podobnego na rynku. Pozwala ono na: podgląd surowego sygnału EEG, poziomu skupienia i relaksu w czasie rzeczywistym, zapis pobieranych danych, a także komunikację z urządzeniami podłączonymi do komputera przez porty COM (np. z fotostymulatorem). Wprowadzenie fotostymulatora do badania kierowcy jest bardzo istotne, ponieważ pozwala na ekspozycję np. takich losowych bodźców świetlnych, które mogą spotkać go na drodze. Ponadto, program jest odpowiedzialny za dołączenie do wynikowego pliku informacji o aktualnym czasie. Informacja ta pozwala na rozpoznanie momentu wystąpienia bodźca i końca jego ekspozycji (co potrzebne jest w dalszej analizie sygnału), a także zsynchronizowanie uzyskanej informacji ze zdarzeniami pochodzącymi z samego symulatora.

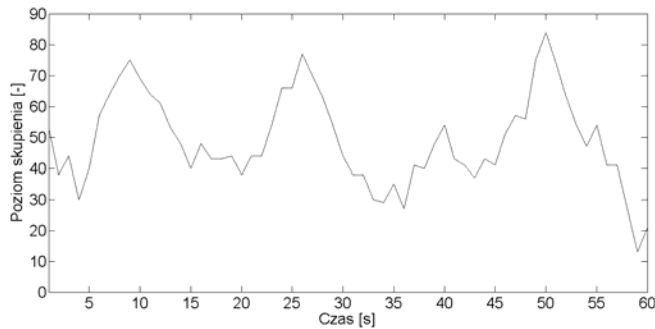
Przykładowe rezultaty

Z badawczego i dydaktycznego punktu widzenia najistotniejsza jest analiza poziomu skupienia oraz „surowego” sygnału EEG [3][4].



Rys. 2. Poziom skupienia w trakcie skrętu w lewo na skrzyżowaniu

Na rys. 2 przedstawiono zmieniający się w czasie poziom skupienia badanej osoby w trakcie wykonywania manewru skrętu w lewo na skrzyżowaniu. Punkt oznaczony jako „1” to moment, w którym kierowca został poinformowany o tym, że na skrzyżowaniu, do którego dojeżdża, ma skręcić. Do momentu rozpoczęcia manewru (punkt „2”) poziom skupienia wzrasta. Badany przygotowuje się do działania i analizuje otoczenie. Podczas wykonywania manewru poziom skupienia powoli maleje, aż do momentu zakończenia jego wykonywania, gdy osiąga poziom początkowy.



Rys. 3. Poziom skupienia w trakcie jazdy po mieście

Sześćdziesięciosiekundowy pomiar poziomu skupienia podczas jazdy zaprezentowano na rys. 3. Średni jego poziom dla tego fragmentu wynosi 49,7. Widoczne na rysunku skoki analizowanej wartości związane są np. z wyprzedzaniem lub omijaniem innych samochodów lub wchodzeniem w zakręt.

W poprzednich badaniach autorów sprawdzano czy istnieje korelacja pomiędzy pomierzonymi wartościami stanu skupienia podczas jazdy samochodem a symulatorem. Do ustalenia czy istnieje taka korelacja autorzy wykorzystali współczynnik korelacji Pearsona. Wyniósł on 0,68, co oznacza wysoką korelację (wg klasyfikacji Guilforda) [1][2].

Podsumowanie

Przedstawione w artykule stanowisko wyposażone w nieszablonowy sprzęt może stanowić bardzo interesujący

stanowisko badawcze. Charakter badań wykorzystujących zaawansowane symulatory kabinowe niejednokrotnie wykracza poza specjalistyczne dziedziny naukowe. Stanowią one przykład badań interdyscyplinarnych, w których grupa specjalistów z różnych dziedzin może wykazywać nowe cechy istniejących rozwiązań oraz udoskonalać je w aspektach: technologicznych, społecznych, ekonomicznych czy też prawnych. Omawiane badanie było realizowane przez autorów przy zastosowaniu ich autorskiego oprogramowania, które umożliwiło, w stosunkowo prosty sposób, rejestrację danych z urządzenia MindWave. Sposób ten może być wykorzystywany jako element dodatkowy do badań związanych z środowiskowym oszczędnym stylem jazdy.

LITERATURA

- [1] Jukiewicz M., Orszulak B., Merkisz J., Analiza stanu psychofizycznego kierowcy w warunkach rzeczywistych i symulacyjnych. *Logistyka* 5 (2014), CD1, s. 655-660.
- [2] Jukiewicz M., Orszulak B., Merkisz J., Wykorzystanie urządzenia MindWave do biopomiarów w pracy badawczej związanej z symulatorem pojazdu osobowego. *Logistyka* 3 (2014), CD1, s. 2650-2656.
- [3] Patsis, G., i in. Evaluation of attention levels in a tetris game using a brain computer interface. *User Modeling, Adaptation, and Personalization. Springer Berlin Heidelberg* (2013), s. 127-138.
- [4] Rebolledo-Mendez, G., i in. Assessing neurosky's usability to detect attention levels in an assessment exercise. *Human-Computer Interaction. New Trends. Springer Berlin Heidelberg* (2009), s. 149-158.
- [5] <http://www.autosim.no/autosim-as-1200-6/>
- [6] <http://store.neurosky.com/products/brainwave-starter-kit>

Autorzy: mgr inż. Marcin Jukiewicz, Politechnika Poznańska, Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej, Zakład Metrologii i Optoelektroniki, ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań, E-mail: marcin.h.jukiewicz@doctorate.put.poznan.pl;
mgr inż. Bartosz Orszulak, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, E-mail: bartosz.w.orszulak@doctorate.put.poznan.pl.