

Monika UCIŃSKA¹
Michał NIEZGODA²

PSYCHOFIZJOLOGICZNE BADANIA KIEROWCÓW – ZASTOSOWANIE W SYMULATORACH JAZDY

Symulatory jazdy to nowoczesne urządzenia wykorzystywane w różnych dziedzinach nauki, w tym w badaniu zachowań i reakcji kierowcy. Prowadzenie badań psychologicznych, które to stanowią jeden z elementów systemu profilaktyki bezpieczeństwa ruchu drogowego, uzupełnionych o metody psychofizjologiczne m.in. okulografię, elektrokardiografię (EKG), elektromiografię (EMG), elektroencefalografię (EEG), w warunkach gdzie symulowany jest prawdziwy ruch drogowy, daje możliwość kompleksowej analizy funkcjonowania kierowcy w ruchu drogowym.

Niniejszy referat zawiera informacje dotyczące zastosowania symulatorów jazdy w badaniach psychofizjologicznych kierowców.

DRIVER PSYCHOPHYSIOLOGICAL TESTS – USING IN DRIVING SIMULATORS

Driving simulators are modern devices that are used in various fields of science, including the study of driver behavior and reaction. Conducting psychological research, which is one of the elements of road safety system prevention, followed by physiological methods e.g. eye-tracking, electro-cardiography (ECG), electromyography (EMG.), electroencephalography (EEG) in simulated reality, it gives the possibility of complex analysis of the functioning of the driver on the road.

This paper presents information concerning of the use of simulators in psychophysiological driver research.

1. WSTĘP

Zapoczątkowany w latach '70 proces rozwoju technik symulacyjnych związany z tworzeniem coraz bardziej doskonałych obrazów środowiska ruchu drogowego, rozwija się nadal i spotka się z coraz większym uznaniem środowiska naukowego. Od lat '80 XX wieku zwiększa się grono badaczy zainteresowanych prowadzeniem studiów percepcji i

¹ Centrum Zarządzania i telematyki transportu, ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, tel. : +48 22 811 32 31 w. 543, e-mail: monika.ucinska@its.waw.pl;

² Centrum Zarządzania i telematyki transportu, ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, tel. : +48 22 811 32 31 w. 127, e - mail: michal.niezgoda@its.waw.pl

zachowań kierowców w środowisku wirtualnym. Zależności między kierowcą, pojazdem, drogą i jej otoczeniem uwzględniane są w różnych badaniach i programach zmierzających do poprawy bezpieczeństwa drogowego. Z tej triady, szczególna uwaga zwrócona jest na kierowcę – jego zachowania i reakcje w trakcie prowadzenia pojazdu. Wykorzystując metody popularne i stosowane w psychofizjologii, można uzyskać wiele cennych informacji, które mogą mieć wpływ m.in. na projektowanie drogi, usytuowanie znaków drogowych, tworzenie stosownych przepisów.

2. SYMULATORY JAZDY

Symulatory to urządzenia znajdujące zastosowanie w wielu obszarach., m.in. w doskonaleniu umiejętności jazdy (symulator umożliwia w bezpieczny sposób realizację ćwiczeń w warunkach specjalnych, symulowanych przez operatora), z uwagi na zaawansowane możliwości pomiarowe, służy także do badań związanych z infrastrukturą drogową i "ekojazdą". Ważną rolę przypisuje się jego wykorzystaniu w badaniu kierowców w zakresie wpływu różnego rodzaju bezpośrednich oddziaływań na możliwość bezpiecznego prowadzenia pojazdu.



Rys. 1. Zastosowanie symulatorów jazdy

W Instytucie Transportu Samochodowego znajdują się obecnie dwa symulatory badawcze, wykorzystywane w badaniach kierowców.

1. Symulator samochodu osobowego

Producent: AutoSim (2010)

Model: AS1200-6 (Opel Astra IV)

Układ projekcji obrazu: 4 x NEC LCD 3250W + 3 kanały w kokpicie pojazdu (lusterka)

*Układ ruchu: MOOG 6DOF (6 stopni swobody) /
Współfinansowany przez MNiSW.*



Rys. 2. Symulator samochodu osobowego, znajdujący się w ITS

2. Symulator samochodu ciężarowego i autobusu

Producent: AutoSim (2009)

Model: AS1300 (Scania)

Układ projekcji obrazu: 4 x NEC LCD + 4 kanały w kokpicie pojazdu (lusterka)

Układ ruchu: AS 3 Axis Motion System

Finansowany ze środków własnych



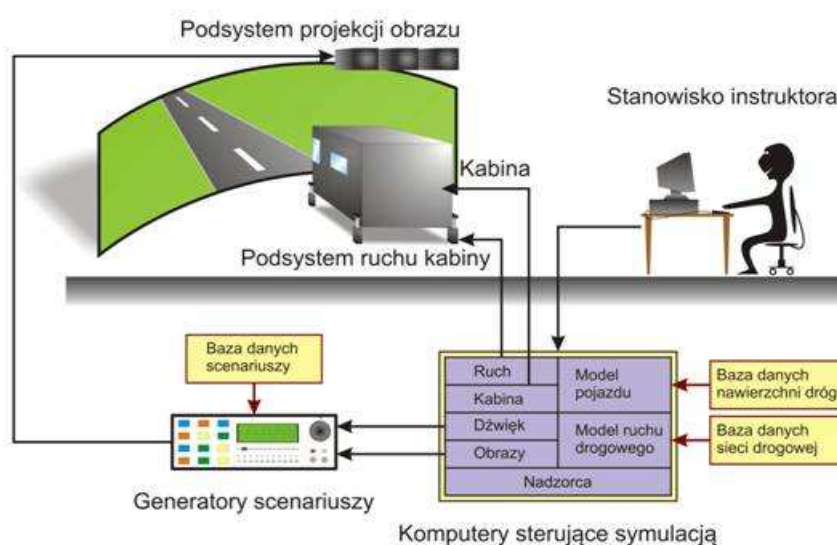
Rys. 3. Symulator samochodu ciężarowego i autobusu znajdujący się w ITS

Najważniejsze elementy symulatorów to:

- oryginalna kabina pojazdu,
- system ruchu o 3 lub 6 stopniach swobody,
- wielokanałowy układ projekcji obrazu,
- symulacja dźwięku i wibracji,
- odwzorowanie rzeczywistych warunków drogowych,
- odpowiedni model dynamiki pojazdu,
- sterowane zachowania innych uczestników ruchu,
- rozbudowany system akwizycji danych.

W działaniu symulatora wykorzystuje się zjawiska złudzenia i iluzji, jakim podlegają ludzkie zmysły. Kierowca siedząc w pojeździe ma wrażenie uczestniczenia w rzeczywistym ruchu drogowym. Kabina kierowcy, która jest repliką prawdziwej kabiny (SCANIA, OPEL ASTRA IV), umieszczona jest na ruchomej platformie z trzema lub sześcioma stopniami swobody (DOF). Siłowniki poruszają kabiną w sposób, dający poczucie prowadzenia prawdziwego pojazdu (wibracje kabiny i fotela kierowcy), a znajdujące się wewnątrz głośniki zapewniają realne efekty dźwiękowe. Ważnym elementem symulatora jest układ wizualizacji, złożony z zestawu projektorów i cylindrycznego ekranu, na którym widoczne jest to co kierowca aktualnie doświadcza. Z symulatorem dostarczany jest zestaw baz danych wizualnych: miasto, autostrada, drogi dwupasmowe, małe wioski, teren górzysty. Znaki drogowe i oznaczenie dróg są

konwertowane do standardu lokalnego. Zaawansowany ruch drogowy to autonomiczne pojazdy przyspieszające, hamujące, zmieniające kierunek jazdy, wyprzedzające, poruszające się w obrębie sieci drogowej i przestrzegające wskazań świateł, znaków drogowych i oznakowania poziomego. Możliwe jest jednoczesne działanie dużej liczby pojazdów (rowerów, pieszych) bez zauważalnego zmniejszenia częstotliwości odświeżania. Dostępnych jest również wiele rodzajów pojazdów (motocykl, rower, autobus, samochód osobowy, samochód ciężarowy).



Rys. 4. Budowa symulatora jazdy

Symulatory jazdy znajdujące się w Instytucie Transportu Samochodowego są wysokiej klasy urządzeniami przeznaczonymi do badania kierowców w zakresie wpływu istotnych dla funkcjonowania w ruchu drogowym czynników np. tendencji do podejmowania zachowań ryzykownych. Te czynniki wiążą się z kierowcą – pojazdem – otoczeniem drogowym.



Rys. 5. System ruchu drogowego

Elementy systemu ruchu drogowego wpływają na siebie nawzajem i wzajemnie się warunkują. Oznacza to, że na zachowanie i funkcjonowanie kierowcy w ruchu drogowym wpływają droga, pojazd i organizacja ruchu drogowego. Przyjęcie założenia, że to człowiek – kierowca stanowi najważniejsze ogniwo systemu ruchu drogowego stanowi o tym, że badania psychofizjologiczne kierowców, mają do spełnienia istotną rolę w zwiększaniu bezpieczeństwa na drogach.

3. PSYCHOFIZJOLOGICZNE BADANIA KIEROWCÓW

Badania psychologiczne kierowców to element systemu profilaktyki bezpieczeństwa ruchu drogowego. Przeprowadza się je w różnych krajach (m.in. w Austrii, Hiszpanii, Niemczech, Słowacji, Czechach), choć często w innym zakresie oraz przy użyciu odmiennych metod. Również w Polsce posiadają bogatą tradycję. Pierwsze badania mające na celu określenie przydatności zawodowej kierowców wykonywano w 1908 roku w Paryżu. Badaniom poddano pracowników kolei i komunikacji miejskiej. W Polsce, akty prawne dotyczące badań, pojawiły się po raz pierwszy w Regulaminie Ruchu Samochodowego w 1910r., gdzie określono warunki fizyczne, psychomotoryczne i osobowościowe kandydata na kierowcę. Na przestrzeni lat zmieniały się przepisy, zakres badań i odpowiedzialności. Okres rozkwitu psychologicznych badań kierowców nastąpił w latach 30-50 XX wieku.

Badanie funkcji psychicznych i fizjologicznych kierowcy ma na celu ustalenie ich poziomu, a zakresem obejmuje takie funkcje jak: szybkość i dokładność spostrzegania, widzenie stereoskopowe (przestrzenne), niezbędne przy wykonywaniu różnych manewrów (wymijanie, wyprzedzanie, omijanie), umiejętność oceny prędkości pojazdów w ruchu, niezbędne do ustalenia właściwej prędkości i odległości przy wyprzedzaniu, widzenie w mroku i wrażliwość na olśnienie, koordynacja wzrokowo-ruchowa, czas reakcji, jego stałość i równomierność, wybrane cechy pamięci, sprawność umysłowa, szybkość i dokładność podejmowania decyzji, cechy osobowości i temperamentu. Obecnie coraz większego znaczenia nabiera diagnostyka wspomagana komputerowo, której podstawową

zaletą jest możliwość sprawniejszego prowadzenia badań, automatyczne opracowanie wyników i norm testowych.

Psychologowie badając predyspozycje psychiczne do bezpiecznych lub ryzykownych zachowań kierowców, nie mają możliwości przewidzenia splotu wszystkich czynników, które mogą wystąpić w konkretnej sytuacji niebezpiecznej. Stąd szukanie rozwiązań, pozwalających na wnioskowanie o wielu aspektach, w tym zależnościach między błędnymi reakcjami kierowcy, a wpływami otoczenia na ilość i jakość popełnianych błędów. Dzięki postępowi jaki dokonuje się w ostatnich latach w zakresie metod diagnostycznych zarówno w psychologii, jak i medycynie, coraz częściej w badaniach kierowców, prócz tradycyjnych testów stosowanych w psychologii transportu, wykorzystuje się metody psychofizjologiczne. Niektóre z nich wymieniono w tabeli poniżej.

Tab. 1. Zastosowanie metod psychofizjologicznych

METODA	ZASTOSOWANIE
Okulografia (eye-tracking)	Strategia postrzegania, zauważalność i pomijanie bodźców, poziom uwagi, przeładowanie poznawcze
EKG (elektrokardiografia) GSR (reakcja skórno-galwaniczna) EMG (elektromiografia)	Obciążenia emocjonalne, poziom stresu, stopień pobudzenia organizmu, czujność, napięcie emocjonalne
EEG (elektroencefalografia)	Bioelektryczna aktywność mózgu, epilepsja, poziom uwagi, zmęczenie

Badania te dzięki: rejestracji pracy układu krwionośnego, zmienności rytmu zatokowego, tętna (EKG), rytmu oddechu i jego głębokości, badaniu mikroskurczy mięśni, głównie twarzy, ramion, pleców, nadgarstków (EMG), oraz badaniu zmian przewodności skóry (GSR), pozwalają na wnioskowanie o wielu nieprawidłowościach, stanach takich jak poziom stresu oraz ogólnym funkcjonowaniu człowieka za kierownicą.

Wiele wypadków na drodze zdarza się z powodu zaśnięcia za kierownicą m.in. tzw. mikrosnu, stąd ważne jest badanie EEG. Zastosowanie go w warunkach na symulatorze oprócz wizualnej oceny zwykłych parametrów opisu (zapis prawidłowy/nieprawidłowy), pokazuje skłonność do zasypiania w trakcie monotonnej jazdy.

O ile wiele osób miało do czynienia z badaniami EKG, czy EEG to zapewne niewielu doświadczyło badań okulografem. Obserwacja ruchu oczu człowieka w nadziei odkrycia cudzych zamiarów bądź nastrojów ma swoją długą historię, jednakże jest badaniem intuicyjnym. W okulografii podstawą jest rejestracja ruchów gałki ocznej za pomocą aparatury pomiarowej. Dwie główne składowe ruchy gałki ocznej to:

- **sakady** czyli intensywne ruchy gałki ocznej, polegające na bardzo szybkim przemieszczaniu punktu koncentracji wzroku z jednego miejsca w inne (przyjmuje się, że podczas ich trwania bodźce docierające do mózgu nie są analizowane i nie zachodzi proces poznawczy),
- **fiksacje** czyli względnie stała pozycja gałki ocznej, w trakcie której następują niewielkie drgania (w tym przypadku, przyjmuje się, iż w trakcie fiksacji następuje proces poznawczy, tzn. informacje docierają do mózgu i są świadomie przetwarzane).

Badania okulograficzne pozwalają stwierdzić np. na jakie bodźce, zwraca uwagę kierowca w trakcie prowadzenia pojazdu, a jakie pomija. Jest to niezmiernie ważne z punktu widzenia bezpieczeństwa. Bowiem nieustanne odbieranie i przetwarzanie stale napływających informacji wymaga adekwatnej odpowiedzi na nie.

W przypadku badań kierowców na symulatorze wykorzystuje się przede wszystkim okulograf mobilny, gdzie oprogramowanie pozwala prócz nagrywania ruchu gałek ocznych i odtwarzania zarejestrowanego filmu z nałożonym ruchem gałki ocznej, także na wielowymiarowe analizy statystyczne, tworzenie ścieżek przejścia oraz możliwość samodzielnego programowania dodatkowych elementów.

Wymieniony w tabeli sprzęt biometryczny, wraz z danymi otrzymanymi z symulatora pozwala na pomiar wpływu czynników związanych z:

- ✓ Kierowcą:
 - Doświadczenie w prowadzeniu pojazdów,
 - Zaburzenia stanu zdrowia,
 - Przyjmowania środków odurzających,
 - Sprawność psychomotoryczna (czas reakcji, widzenie zmierzchowe, podzielność uwagi, koordynacja wzrokowo-ruchowa, widzenie stereoskopowe),
 - Sprawność intelektualna,
 - Cechy osobowości,
- ✓ Infrastrukturą:
 - Oznakowanie dróg,
 - Rozmieszczenie elementów dodatkowych na drodze (np. urządzeń rejestrujących),
 - Modelowanie zachowań kierowców na danym segmencie drogi,
 - Badań komunikacji infrastruktura-pojazd,
- ✓ Pojazdem:
 - Systemów wspomagania jazdy (nawigacje samochodowe),
 - Ergonomii kokpitu,
 - Dodatkowych elementów wpływających na bezpieczeństwo (telefon komórkowy).

Zastosowanie tego typu badań nie byłoby możliwe gdyby nie współpraca z ekspertami neurologami oraz psychofizjologami.

Podsumowując można stwierdzić, iż aparatura psychofizjologiczna w połączeniu z symulatorami jazdy pozwala na przeprowadzanie badań wpływu szeregu czynników, które bez tego wsparcia technologicznego nie byłyby możliwe do przeprowadzenia. Symulatory jazdy jako narzędzie badawcze szeroko stosowane przez wiodących producentów pojazdów i instytucje badawcze mogą być stosowane w pionierskich badaniach kierowców. Zaletą przeprowadzania badań z użyciem symulatora jest przede wszystkim ich powtarzalność oraz bezpieczeństwo. W połączeniu ze współcześnie stosowanymi metodami diagnostycznymi kierowców tworzą potężną baterię badawczą, która w wyniku dobrze przeprowadzonych badań może ustanawiać nowe standardy w legislacji związanej z transportem samochodowym.

BIBLIOGRAFIA:

1. A. Kemeny, F. Merienne, Espie S, 2010 Trends in driving simulation design and experiments, Actes
2. P. Soluch, 2010, Zastosowanie badań psychofizjologicznych do oceny bezpieczeństwa drogowego, seminarium bezpieczeństwa ruchu drogowego, GDDKiA 12-13.01 2010.
3. Lozia Z. 2009, Symulatory jazdy samochodem, Warszawa : WKŁ
4. Dorn L. (red.), 2010, Driver behaviour and training vol IV, Asghate Publishing.
5. Rotter T. (red.), 2006, Metodyka psychologicznych badań kierowców – wersja znowelizowana: Wydawnictwo Instytutu Transportu Samochodowego