Techniczne badanie interakcji
w warunkach rzeczywistego ruchu drogowego
w obszarze zabudowanym i niezabudowanym

Analiza funkcjonowania narządu wzroku za pomocą systemu „viewpoint" przy użyciu najnowocześniejszych programów do analizy rastrowej w celu naukowej oceny skutków jazdy z włączonymi światłami w ciągu dnia

Pisemne stanowisko – Informacja wstępna

Na zlecenie
bmvit
Federalnego Ministerstwa ds.
Transportu, Innowacji i Technologii

Praca badawcza

przygotowana przez

EPIGUS

Instytut Kompleksowego Badania Wypadków i Bezpieczeństwa
(Institut für ganzheitliche Unfall- und Sicherheitsforschung)

1010 Wiedeń, Schmerlingsplatz 3/7

Tel. / Fax: + 43 (01) 208 90 90

Kierownik projektu

Prof. dr inż. Ernst Pfleger

Koordynacja projektu:

Dypl. Inż. **Kornelia Strasser**

Udział w projekcie

Martin Koza

Teresa Hauck

Manfred Hohenbüchler

Senad Lalic

Dominik Misslinger

Alexandra Stebegg

Robert Wagner

Frank Wieser

Wiedeń, 7 września 2007r.

0 Spis treści

0 Spis treści 2
1 Wprowdzenie i przedstawienie zadania..... 2
1.1. Przedstawienie problemu 2
1.2. Cele projektu 3
1.2.1. Zebrane dane 4
2 Zastosowane metody badawcze..... 4
2.1. Badanie ruchu gałek ocznych za pomocą systemu viewpoint..... 4
2.2. Procedura oceny danych 5
2.2.1. Procedura FPC 5
2.2.2. Diagram śladów fiksacji wzroku w połączeniu z metodą Foveal Perceptron Circle..... 6
3 Test..... 9
3.1.1. Opis przebiegu odcinków testowych 9
3.1.2. Parametry oceny..... 10
4 Analizy statystyczne 11
5 Pierwsze rezultaty 12
5.1 Na terenie niezabudowanym..... 12
5.1.1. Zachowanie narządu wzroku podczas zakrętów..... 12
5.2. Teren zabudowany 12
6 Streszczenie rezultatów testu 13

0 Spis treści

1 Wprowdzenie i przedstawienie zadania

1.1. Przedstawienie problemu

Oceny ryzyka związanego z bezpieczeństwem w trakcie jazdy z włączonymi w ciągu dnia światłami, były podejmowane dotychczas wyłącznie na podstawie suchych danych statystycznych, bez uwzględnienia czynników związanych z bezpieczeństwem technicznym, procesami percepcji, czy też czynnikami natury psychologicznej. Analizy te nie uwzględniają również najnowszych badań naukowych dotyczących funkcji narządu wzroku, badań z dziedziny okulistyki, czy też reakcji na stres.

Zastosowanie najnowszych metod badawczych, takich jak badanie wzroku za pomocą systemu viewpoint, przy użyciu programów do analizy rastrowej, umożliwia dokonanie kompleksowej oceny w zakresie antycypacji percepcji oraz czasu reakcji kierowców podczas jazdy z włączonymi światłami na wybranych odcinkach drogi, na różnych trasach, przy zachowaniu warunków rzeczywistego ruchu.

Rozdzielczość czasowa rzędu 0,040 sekundy oraz dokładność rzędu 15 minut kątowych, osiągane poprzez zastosowanie procedury pomiaru za pomocą systemu viewpoint, stanowią gwarancję precyzyjnego odróżnienia poszczególnych elementów zachowania gałek ocznych, czyli fiksacji i sakady (przeniesienie wzroku), co zapewnia uwzględnienie zarówno czynników technicznych, jak i ludzkich. W związku z powyższym, otrzymane w ten sposób rezultaty będą miały wysoką wartość badawczą.

Badanie pozwoli ponadto bardzo dokładnie wyjaśnić, w jakim stopniu koncentracja kierowców podlega zmianom w przypadku, gdy z naprzeciwka nadjeżdża pojazd z włączonymi światłami. Możliwe będzie również na tej podstawie stworzenie katalogu nie zidentyfikowanych dotychczas czynników związanych z funkcjonowaniem narządu wzroku oraz wpływu elementów związanych z bezpieczeństwem technicznym na wszelkie niebezpieczeństwa w ruchu drogowym.

1.2. Cele projektu

W oparciu o bazę danych o wypadkach, a także na podstawie analizy ich przebiegu, uczestnicy projektu odbędą jazdy testowe na trasach opisanych w Rozdziale 3.1.1. Trasy te zostaną następnie podzielone na drogi zlokalizowane na terenie zabudowanym i niezabudowanym.

Zachowanie narządu wzroku oraz percepcja osób biorących udział w teście (z punktu widzenia kierowcy) są precyzyjnie rejestrowane za pomocą najnowocześniejszych metod badania wzroku w ramach systemu viewpoint. W tym celu filmowany jest rzeczywisty kierunek wzroku oraz rzeczywiste ruchy gałek ocznych kierowcy w trakcie przejazdu określonym odcinkiem, w różnych sytuacjach na drodze. Dokumentacja dotycząca zachowania narządu wzroku, obejmująca zarówno parametry czasowe, jak i przestrzenne, pozwala na jednoznaczne oznaczenie punktów, na które kierowane jest spojrzenie.
W każdej sytuacji rejestrowane są precyzyjnie punkty, względnie częstotliwości, koncentracji spojrzenia, które klasyfikuje się następnie według jednolitego schematu. Umożliwia to określenie różnic dotyczących ruchu gałek ocznych, analizowanie priorytetów w zakresie ukierunkowania wzroku na określone obiekty, przy jednoczesnym uwzględnieniu takich czynników jak czasu percepcji oraz reakcji. Możliwe jest również sporządzenie dokumentacji w zakresie określonych cech fizjologicznych narządu wzroku – oraz na przykład porównanie tych cech z wynikami kierowców o słabszych wynikach, co w konsekwencji pozwala

stworzyć ocenę zdolności poszczególnych kierowców do rozpoznania zagrożenia w ruchu drogowym.

W związku z powyższym, odbycie przejazdów testowych wybranymi trasami umożliwia również sporządzenie dokładnej oceny czynników związanych z percepcją, a także czynników psychologicznych i mechanizmów obrony przed niebezpieczeństwem związanymi z określonym sposobem prowadzenia pojazdu mechanicznego.

1.2.1. Zebrane dane

Trasy, na których odbędą się przejazdy w ramach projektu, znajdują się w Wiedniu, Dolnej Austrii (na południe i na północ od Wiednia), a także w Tyrolu, Salzburgu, Karyntii oraz Bawarii. Łącznie szczegółowej ocenie poddano 1559 interakcji na tym obszarze. Interakcje te odnoszą się wyłącznie do samochodów osobowych, na które kierowcy uczestniczący w badaniu przynajmniej raz skierowali wzrok podczas jazdy testowej. W Austrii uwzględniono przy tym wyłącznie samochody z włączonymi światłami w ciągu dnia, w Bawarii natomiast – wyłącznie pojazdu nieoświetlone.

Klasyfikacja zgromadzonych w trakcie badania danych została dokonana na podstawie takich kryteriów jak teren zabudowany i niezabudowany, a także w oparciu o charakter danego odcinka trasy, tj: zakręt w prawo, zakręt w lewo, zakręt w kształcie litery „s” oraz prosta.

Z ogólnej liczby 1559 danych, które zebrano w ramach badania, 634 przypada na teren zabudowany, a 925 na teren niezabudowany. Jeżeli chodzi o przebieg określonego odcinka trasy, to podział przedstawia się następująco:

- 355 interakcje na zakręcie w prawo

- 382 interakcje na zakręcie w lewo

- 66 interakcje na zakręcie w kształcie litery „s”

- 756 interakcji na odcinku prostym

2 Zastosowane metody badawcze

2.1. Badanie ruchu gałek ocznych za pomocą systemu viewpoint

System viewpoint jest obecnie najnowocześniejszą metodą rejestracji, oceny oraz analizy ruchu gałek ocznych. Procedura ta, oparta na zaawansowanej technologii, została opatentowana w austriackim urzędzie patentowym pod numerem 412443.

Za pomocą specjalnych okularów wyposażonych w dwie wbudowane kamery, rejestrowana jest ramach systemu viewpoint **REALTIME** twarz oraz ruchy gałek ocznych osoby biorącej udział w badaniu. Podczas sporządzania oceny łączy się wszystkie uzyskane w trakcie badania informacje, w skutek czego uzyskiwany jest materiał filmowy, na którym umieszcza

się następnie siatkę z zaznaczonymi punktami fiksacji wzroku osoby biorącej udział w badaniu. W trakcie badania kierowcy nie byli narażoni na jakiekolwiek utrudnienia, przeszkody czy zakłócenia natury optycznej. W teście wzięli udział zazwyczaj doświadczeni użytkownicy dróg (> 10.000 km).

Za pomocą urządzenia do rejestracji obrazu twarzy, pracującego w ramach systemu viewpoint **REALTIME**, rejestruje się w precyzyjny sposób spojrzenia na konkretne obiekty oraz przedmioty. Dzięki dogłębnym analizom i szczegółowym badaniom możliwe jest uzyskanie pełnej dokumentacji dotyczącej zachowania całego narządu wzroku. W ten sposób, zgodnie z powyższym opisem, istnieje możliwość uzyskania dokładnych informacji na temat punktów, na które kierowane jest spojrzenie, informacji dotyczących zatrzymania wzroku na danym obiekcie, a także momentów braku percepcji wzrokowej oraz danych ilustrujących kolejność przenoszenia wzroku na określone obiekty.

System ten umożliwia zatem zbadanie obszarów granicznych, związanych z uwarunkowanymi technicznie możliwościami percepcyjnymi, a wnikliwe badania zachowania narządu wzroku pozwalają uzyskać nowe, niezmiernie istotne informacje w tym zakresie. Na ich na podstawie naukowcy będą mogli bliżej określić, gdzie leżą granice ludzkiej percepcji wzrokowej.

Dokładne rejestrowanie zachowania narządu wzroku pozwala również na określenie pułapu możliwości człowieka w odniesieniu do procesu przyswajania informacji, co umożliwia również dokonanie praktycznej oceny granicy możliwości percepcyjnych narządu wzroku, która to granica uwarunkowana jest czynnikami fizjologicznymi.

2.2. Procedura oceny danych

Dokładne opracowanie wyników badania jest możliwe przede wszystkim dzięki zapewnieniu licznych możliwości oceny zebranych w trakcie badania informacji oraz przedstawienia ich w formie materiału wideo. W ten sposób, w zależności od okoliczności wykorzystania danych, można stworzyć odpowiednią ich wizualizację. Materiały filmowe, które ilustrują spojrzenia kierowcy, można przygotować przy zastosowaniu procedury oznaczania „zostawionych śladów spojrzenia" (określenie ścieżki punktów fiksacji wzroku), za pomocą metody zwanej „Foeval Perceptron Circle" (FPC – oznaczenie obszarów ostrego widzenia) oraz przy pomocy metody „Time Buble", czyli dynamicznej wizualizacji czasu zatrzymania wzroku na określonych obiektach.

W niniejszej pracy badawczej zdecydowano się na użycie metody „Foeval Perceptron Circle", przy zastosowaniu czasu 1 sekundy (25 klatek filmu) do oznaczenia okresu fiksacji wzroku na danym obiekcie.

2.2.1. Procedura FPC

W przypadku filmu realizowanego w ramach procedury FCP nad środkowym punktem siatki umieszczono dwa okręgi o średnicy 2 ° i 10 °. Okręgi te definiują obszar centralny oraz obszar zlokalizowany bezpośrednio wokół centrum. W ten sposób, już w trakcie oglądania filmu, możliwe jest formułowanie wniosków dotyczących obszaru ostrego widzenia. Obszar ostrego widzenia o średnicy 2 ° oznaczony jest jako mniejszy okrąg, zlokalizowany w środku

kadru. Z kolei obszar położony wokół obszaru ostrego wiedzenia, w którym czynniki fizjologiczne pozwalają jeszcze na rejestrowanie przez narząd wzroku barw, form i kontrastów, oznaczony jest na filmie okręgiem zewnętrznym o średnicy 10 °.

Pole widzenia podzielono zatem na 3 obszary:

- Centralny obszar widzenia: centralny obszar widzenia definiuje okrąg o średnicy 2 °. W obszarze tym ostrość widzenia jest największa.

- Okołocentralny obszar widzenia: Okołocentralny obszar widzenia odpowiada wartościom średnicy okręgów od 2 ° do 10 °. Występuje tu zwiększony poziom uwagi w odniesieniu do kolorów, form oraz kontrastów.

- Obszar położony poza okręgiem o średnicy 10 ° odpowiada **widzeniu peryferyjnemu**. Widzenie w tym obszarze jest wprawdzie nieostre, ale wzrok reaguje na ruch.

Na ilustracji 2.1. przedstawiono obszary widzenia ludzkiego oka oraz odpowiednie obszary zaznaczone na kadrze z filmu zarejestrowanego w trakcie jazdy testowej.

Ilustracja 2.1: Obszary widzenia ludzkiego oka i odpowiadający im obszar widzenia przyjęty w badaniu: kadr z filmu ilustrującego wyniki testu. Mniejszy okręg oznacza obszar ostrego widzenia, a większy – okołocentralny obszar widzenia.

2.2.2. Diagram śladów fiksacji wzroku w połączeniu z metodą Foveal Perceptron Circle

W przypadku powyższej metody dokonuje się rejestracji ostatnio oznaczonych pozycji fiksacji wzroku, a następnie łączy się ze sobą chronologicznie i przedstawia w sposób graficzny w formie „śladu spojrzenia". Długość przedstawionych w niniejszym opracowaniu „śladów" wynosi 1 sek. (25 klatek). Odpowiada ona wartości progu przypomnienia (zob. pamięć krótkotrwała).

Celem precyzyjnej interpretacji uzyskanych wyników, metodę analizy „śladów" uzupełniono metodą Foeval Perceptron Circle (FPC). Dzięki tej kombinacji możliwe jest nie tylko określenie „pamięci krótkotrwałej", ale także obszarów ostrego widzenia.

Zaleta procedury oznaczania „śladów" fiksacji wzroku związana jest z możliwością bezpośredniej oceny zachowania narządu wzroku, aby w sposób ukierunkowany określić obszary przeznaczone do bardziej szczegółowej analizy. W ten sposób można natychmiast rozpoznać, oznaczyć i poddać pod dyskusję takie elementy jak deficyty informacyjne, fragmenty odznaczające się wysokim poziomem złożoności, istotne elementy odwracające uwagę oraz pozostałe braki procesu percepcyjnego.

2.2.3. Szczegółowe analizy z zastosowaniem systemów viewpoint**ANALYSER**, viewpoint**SEQUENZ**, viewpoint**priorityzone**, viewpoint**dynamicANALYSIS oraz** viewpoint**complexityFINDER**

Celem dokonania precyzyjnej klasyfikacji ruchów gałek ocznych, zachowanie narządu wzroku zostało poddane analizie przy użyciu następujących systemów:

-viewpoint**ANALYSER**
- viewpoint**SEQUENZ**
- viewpoint**priorityzone**
- viewpoint**dynamicANALYSIS**
- viewpoint**complexityFINDER**

System viewpoint**ANALYSER** pozwala na dokonanie w sposób precyzyjny jakościowej i statystycznej oceny takich parametrów jak jakość percepcji oraz ewentualne zakłócenia procesu postrzegania (okresy, w których percepcja nie ma charakteru uporządkowanego procesu).

Statystyczna ocena danych pozwala w obrazowy sposób ukazać różnice dotyczące zachowania narządu wzroku w różnych sytuacjach (w przypadku różnych zdarzeń na drodze).

Procedura ta jest stosowana w odniesieniu do narciarstwa alpejskiego, sportów motorowych, a także do badania procesu przyswajania informacji w szczególnych sytuacjach na drodze. Metoda ta okazuje się użyteczna również w przypadku sekwencyjnej oceny oznaczenia tekstowego i graficznego. Celem zastosowania powyższej metody jest w tym przypadku sformułowanie precyzyjnych wniosków dotyczących jakości struktur nawigacji.

Zastosowania powyższej procedury umożliwia ponadto stworzenie tzw. profilów zachowania narządu wzroku, co z kolei pozwala na uzupełnienie danych o informacje ankietowe oraz uzyskanie dokładnych danych statystycznych na temat fiksacji i sakad.

Fiksacja definiowana jest moment, w którym wzrok zatrzymuje się w drodze przemieszczania pomiędzy dwoma następującymi po sobie punktami w obrębie jednego okręgu o średnicy 2,0 ° (o promieniu 1 °).

Czas fiksacji jest wypadkową okresu, w którym następujące po sobie kadry filmu wideo spełniają kryterium fiksacji, nie wykraczając poza granicę 1,0 stopnia. Czasy fiksacji podzielone są na poszczególne kategorie co 0,04 sekundy. Następnie porównuje się częstotliwość ich występowania.

Sakady oznaczają ruchy gałek ocznych prowadzące od jednej do drugiej fiksacji. W czasie sakady percepcja nie ma charakteru uporządkowanego procesu.

Kąt sakady jest określany jest w stopniach jako suma wszystkich ruchów gałek ocznych pomiędzy dwoma fiksacjami (ilustracja 2.2).

Różne kąty sakady podzielone są na poszczególne kategorie co 0,5 stopnia, a następnie porównywana jest częstotliwość ich występowania.

Ilustracja 2.2: Graficzna ilustracja kąta sakady

W przypadku systemu viewpoint**ANALYSER** w pierwszej kolejności określa się częstotliwość i czas występowania zidentyfikowanych wcześniej fiksacji i sakad. Dzięki

sporządzeniu procentowego zestawienia ilustrującego rozkład poszczególnych ruchów gałek ocznych, możliwe jest bezpośrednie porównanie poszczególnych przejazdów testowych, z uwzględnieniem konkretnej sytuacji, w której mają one miejsce.

- viewpoint**SEQUENZ –** Statystyka- Prezentacja

W celu przedstawienia rozkładu sakad na dłuższym odcinku opracowano system zwany viewpoint**SEQUENZ**.

Chodzi tu o wykres ilustrujący procesy percepcji, na którym od razu można rozpoznać obszary zwiększonej częstotliwości występowania fiksacji i przenoszenia wzroku z jednego obiektu na drugi. Umożliwia to natychmiastowe oznaczenie okresów, w których percepcja nie jest uporządkowana.

Ruchy gałek ocznych zostały zaznaczone na wykresie kolorem niebieskim, linie purpurowe oznaczają natomiast te momenty przenoszenia wzroku, w przypadku których przekroczono graniczną wartość 1 stopnia (żółta linia), w związku z czym uznaje się je za sakady. Szczególnie wysokie wartości kąta sakady, oznaczono dokładnie nad wykresem.

viewpoint-Sequenz – osoba testowa nr 1, przejazd nr 4

(wartość graniczna pozwalająca na odróżnienie fiksacji od sakady= 1,00° na jedną klatkę).

Kąt pomiędzy dwoma kolejnymi spojrzeniami

Kąt sakady

Wahania fiksacji wzroku

Ilustracja 2.3. Przykład zastosowania systemu viewpoint**SEQUENZ**; osoba testowa nr 1, 4 przejazd

- viewpoint**priorityzone**

W razie potrzeby dokonuje się również przeglądu subiektywnych wrażeń i priorytetów testowanych osób. W tym celu, poprzez graficzne przedstawienie punktów fiksacji wzroku (umieszczonych niekiedy na tle zmiennej czasu), a także dominacji poszczególnych sakad oraz faz fiksacji wzroku w wybranych sekwencjach, wyznacza się tzw. **strefy priorytowe** (priorityzones). Ocena rozkładu częstotliwości występowania poszczególnych elementów dokonywana jest w oparciu o rozkład percentyli (85%, 95%, 99%).

- viewpoint**dynamicANALYSIS**

System viewpoint**dynamicANALYSIS** stanowi moduł pozwalający na oznaczenie deficytów w zakresie przyswajania informacji. W celu określenia poziomu złożoności oraz różnorodności danej sytuacji, a także celem oznaczenia zdolności do rozpoznawania szczegółów przez osobę testowaną, stosuje się w ramach powyższego systemu nowe

animacje filmowe FCP (Foveal Perceptron Circles). Równocześnie przeprowadza się także analizyw systemie viewpoint**SEQUENZ,**

viewpoint**complexityFINDER**

Bieżąca wizualizacja okresów, w których dominują fiksacje wzroku, bądź też sakady. W ten sposób, już na etapie obserwacji materiału filmowego, możliwe jest formułowanie pewnych wniosków dotyczących występowania obszarów o szczególnie wysokim poziomie złożoności. Zastosowanie najnowocześniejszych programów detekcyjnych pozwala już w trakcie emisji materiału filmowego, na ocenę kierunków fiksacji wzroku oraz procesu przenoszenia wzroków z jednego obiektu na drugi (kiedy to niektóre informacje nie są w ogóle przyswajane, a inne odbierane są w sposób szczątkowy i niepełny). Ocena obejmuje za każdym razem dwie ostatnie sekundy ruchu gałek ocznych, co umożliwia bezpośrednie przyporządkowanie parametrów dotyczących zachowania narządu wzroku do sekwencji ruchów. Jednocześnie, w formie słupka umieszczonego na brzegu ekranu, prezentowany jest stan nasycenia informacjami w danej sytuacji testowej (poziom złożoności).

3 Test

3.1.1. Opis przebiegu odcinków testowych

Instytut **EPIGUS** przygotował listę odcinków testowych, a także w oparciu o statystyki dotyczące wypadków, dokonał ich szczegółowej analizy. Wykorzystano w tym celu dane dotyczące bezpieczeństwa technicznego oraz rodzajów wypadków na drodze. Uwzględniono również czynniki związane z budową dróg, bezpieczeństwem ruchu, a także uwarunkowania lokalne.

W jazdach testowych uczestniczyli kierowcy z różnych grup wiekowych. Mieli oni do czynienia z różnorodnymi sytuacjami występującymi w ruchu drogowym. Na tej podstawie sporządzono dokładną dokumentację zachowania narządu wzroku kierowców w trakcie testów.

W wyniku przeprowadzonego badania sporządzono szczegółową prezentację zawierającą najważniejsze informacje na temat kolejności i częstotliwości kierowania wzroku na poszczególne obiekty, poziomu złożoności postrzeganych informacji, a także wzajemnych zależności pomiędzy poszczególnymi ruchami gałek ocznych w danej sytuacji. Umożliwiło to obiektywną ocenę profilów zachowania narządu wzroku.

Odcinki, na których miały odbyły się jazdy testowe, zostały określone wspólnie przez zleceniodawcę i wykonawcę badania. Przy wyborze tras kierowano się przede wszystkim możliwością przetestowania wzroku kierowców w warunkach możliwe największej ilości interakcji. W tym względzie wzięto w szczególności pod uwagę sugestie okulistów.

Badanie zachowania wzroku kierowców w trakcie jazdy testowej przeprowadzono na 5 odcinkach. Ich opis znajduje się poniżej.

Przebieg trasy Wiedeń Północny-Dolna Austria:

Start trasy usytuowano na drodze ekspresowej S2. Następnie kierowcy przejechali odcinek drogi federalnej B8 (Angerner Bundesstraße) i poprzez trasę B49 (Bernsteinbundesstraße) dotarli do drogi federalnej B40 (Mistelbacher Bundesstraße). W ten sposób osoby uczestniczące w badaniu dojechały do obszaru zabudowanego wokół miasta Hollabrun, a następnie udały się w drogę powrotną do Wiednia trasami nr B303 oraz B3.

Ilustracja 3.1. Mapa przedstawiająca trasę przejazdu testowego na terenie wschodniej i północnej Austrii

Przebieg trasy Wiedeń Południowy- Dolna Austria, Burgenland:

Trasa prowadziła przez następujące odcinki dróg: B9, B50A, B307, B10, B50, S31, S4 oraz B17 (zobacz ilustracja 3.2.).

Ilustracja 3.2. Mapa przedstawiająca trasę przejazdu testowego na terenie północnej części Dolnej Austrii

Przebieg trasy na terenie Karyntii

Na terenie kraju związkowego Karyntia przejazdy testowe odbyły się na odcinkach dróg nr 317 oraz B100 (zobacz ilustracja 3.3).

Ilustracja 3.3. Mapa przedstawiająca trasę przejazdu testowego na terenie Karyntii

Przebieg trasy na obszarze Tyrol- Salzburg

Na obszarze krajów związkowych Tyrol i Salzburg przejazdy testowe odbyły się na odcinkach dróg nr B108, B168, B311, B178, B171 oraz B169. Poniższa ilustracja (ilustracja 3.4.) przedstawia fragmenty mapy, na której zaznaczono trasę przejazdu.

Ilustracja 3.4. Mapa przedstawiająca trasę przejazdu testowego na obszarze Tyrol- Salzburg

Przebieg trasy na terenie Bawarii

Na terenie Bawarii jazdy testowe odbyły się na odcinkach dróg nr B15 oraz B304, od Rosenheim do Traunstein. Poniższa ilustracja (ilustracja 3.5.) przedstawia fragmenty mapy, na której zaznaczono trasę przejazdu.

lustracja 3.5. Mapa przedstawiająca przejazdu testowego jazdy testowej na terenie Bawarii

3.1.2. Parametry oceny

W wyniku przeprowadzonych przejazdów testowych, które odbyły się w dniach 18-24 czerwca, dokonano szczegółowej analizy zgromadzonego wówczas materiału wideo. Do analizy statystycznej wykorzystano również łącznie ok. 1600 innych pojedynczych sekwencji.

Wbrew wstępnemu kosztorysowi, analizie poddano aż 1550 interakcji, czyli prawie cztery razy więcej nieplanowano pierwotnie (400).

Poszczególne sekwencje podzielono następnie w zależności od tego, czy miały one miejsce na terenie zabudowanym lub też niezabudowanym oraz, czy pojazd uczestniczący w danej interakcji posiadał włączone, czy wyłączone światła.

4 Analizy statystyczne

1559 poddanych analizie interakcji, w których uczestniczyły samochody osobowe, zostało podzielonych według miejsca, (teren zabudowany/niezabudowany), oraz fragmentu trasy (rodzaj zakrętu, prosty odcinek). Kategorie „teren zabudowany" i „teren niezabudowany" podzielno dodatkowo na 4 odrębne klasy, w zależności od czasu, którym dysponował kierowca na skierowanie wzroku na jadący z naprzeciwka pojazd (jest to okres pomiędzy teoretycznie określonym momentem, w którym kierowca po raz pierwszy dostrzega nadjeżdżający pojazd, a momentem, w którym pojazdy się mijają – czyli jadący z naprzeciwka pojazd znika z pola widzenia kierowcy).

- 1-70 klatek (0-2,80 sek.)
- 71-140 klatek(2,84-5,60 sek.)
- 141-210 klatek (5,64-8,40 sek.)
- od 211 klatek (od 8,44 sek.)

W odniesieniu do poszczególnych kategorii poddano analizie statystycznej następujące parametry:

- średnia liczba spojrzeń w trakcie jednej interakcji
- średnia długość spojrzenia (średnia obliczana na podstawie rejestracji spojrzeń od 1 do 5)
- średnia długość spojrzeń w trakcie jednej interakcji (suma długości wszystkich spojrzeń w trakcie jednej interakcji)
- częstotliwość spojrzeń (jak często miało miejsce drugie, trzecie, czwarte i piąte spojrzenie)
- średnia długość drugiego, trzeciego, czwartego i piątego spojrzenia)
- średnia różnica czasu pomiędzy momentem, w którym kierowca po raz pierwszy dostrzega nadjeżdżający pojazd, a spojrzeniem w jego kierunku
- średnia różnica czasu pomiędzy pierwszym spojrzeniem na pojazd, a momentem, w którym kierowca traci pojazd z pola widzenia

- różnice czasu pomiędzy momentem, w którym kierowca po raz pierwszy dostrzega reflektory nadjeżdżającego pojazdu, a momentem, w którym jest w stanie rozpoznać jego kontury

5 Pierwsze rezultaty

5.1 Na terenie niezabudowanym

- średnia liczba spojrzeń/interakcji była we wszystkich kategorii wyraźnie wyższa (o ok. 6-16%), w przypadku, gdy nadjeżdżający z naprzeciwka samochód miał włączone światła

- średnia długość spojrzeń w trakcie jednej interakcji była niemal identyczna: w przypadku jazdy na włączonych światłach w ciągu dnia łączna długość wszystkich spojrzeń była o 0,1 do 0,2 s dłuższa, niż wówczas, gdy światła były wyłączone (proporcjonalnie w pierwszym przypadku łączna długość spojrzeń była dłuższa o ¼ do 1/3.).

- szybkość reakcji przy włączonych światłach poprawiała się w zakresie od 0,1 sek. do 0,25 sek.

5.1.1. Zachowanie narządu wzroku podczas zakrętów

Długość spojrzenia w przypadku jazdy z włączonymi światłami w ciągu dnia osiąga nieznacznie wyższe wartości, niż wówczas, gdy reflektory są wyłączone. Długość spojrzenia na odcinkach prostych oraz zakrętach w lewo osiąga wyższe wartości, niż w przypadku zakrętów w prawo.

5.2. Teren zabudowany

- średnia liczba spojrzeń/interakcji była we wszystkich kategorii nieznacznie wyższa w przypadku, gdy nadjeżdżający z naprzeciwka samochód miał włączone światła

- średnia długość spojrzenia była nieznacznie wyższa w przypadku, gdy nadjeżdżający z naprzeciwka samochód miał włączone światła

- średnia długość spojrzeń w trakcie jednej interakcji: w przypadku jazdy na włączonych światłach w ciągu dnia łączna długość wszystkich spojrzeń była o 0,1 do 0,2 s. dłuższa, niż wówczas, gdy światła były wyłączone (proporcjonalnie w pierwszym przypadku łączna długość spojrzeń była dłuższa o ¼ do 1/3.).

- szybkość reakcji przy włączonych światłach poprawiała się w granicach kilku dziesiętnych sekundy

6 Streszczenie rezultatów testu

Analizy wszystkich testów dotyczących zachowania narządu wzroku podczas przejazdów testowych wskazują, że zalety wynikające z jazdy z włączonymi światłami są wyraźnie widoczne tylko w odniesieniu do niektórych interakcji (bezpośrednie mijanie się pojazdów, skręcanie pojazdu w lewo, częściowo również w przypadku ruchu poprzecznego i in.).
W związku z powyższym, korzyści w zakresie bezpieczeństwa drogowego mogą być rozpatrywane wyłącznie w tym kontekście, w szczególności w warunkach słabej widoczności na drodze.

Jazda z włączonymi światłami w ciągu dnia zwiększa bezpieczeństwo w ruchu drogowym wówczas, kiedy warunki zewnętrzne nie są sprzyjające (słabe światło dzienne, niewyraźne tło, zmniejszone kontrasty). W takim przypadku korzyści wynikające z szybkiego dostrzeżenia światła reflektorów są duże.

W przypadku jazdy z włączonymi światłami przy sprzyjających / optymalnych warunkach oświetleniowych (sucha nawierzchnia, doskonała widoczność) trudno jednak mówić o realnych korzyściach, ponieważ wcześniejsze dostrzeżenie nadjeżdżającego pojazdu nie odgrywa tu istotnej roli. Kierowca bowiem dłużej zatrzymuje w tym przypadku wzrok na włączonym reflektorze.

Analizy wskazują jednak wyraźnie, że większa liczba oraz długość spojrzeń powoduje, że kierowca dysponuje mniejszą ilością czasu na wykonywanie innych ważnych czynności związanych z kierowaniem pojazdem. W pojedynczych przypadkach włączone w ciągu dnia światła powodowały, że kierowca zapominał o priorytetach w czasie jazdy, koncentrując uwagę na włączonych reflektorach nadjeżdżającego pojazdu, odrywał spojrzenie od osób, pojazdów czy też obiektów.

W szczególności w przypadku zakrętów w lewo oraz prostych odcinków drogi, włączone światła mijania wielokrotnie oślepiały kierowców. Wpływ tego zjawiska na zdrowie i zdolność prowadzenia pojazdu musi być jednak jeszcze udowodniony przez odpowiednie ekspertyzy neurologiczne i okulistyczne.