
PROPOSED PARAMETERS IN THE FIELD OF DRIVER BEHAVIOR ASSESSMENT

Aleksandar Gošić

Academy of Technical and Educational Vocational Studies Niš Section Vranje, Serbia,
aleksandar.gosic@akademijanis.edu.rs

Stefan Mladenović

Academy of Technical and Educational Vocational Studies Niš Section Vranje, Serbia,
stefan.mladenovic@akademijanis.edu.rs

Miodrag Đorđević

Academy of Technical and Educational Vocational Studies Niš Section Vranje, Serbia,
miodrag.djordjevic@akademijanis.edu.rs

Abstract: Driver behavior is a contributing factor in over 90 percent of traffic accidents. As a consequence, there is a significant benefit in identifying drivers who drive unsafely. Driver behavior profiles are one of the approaches for assessing driver behavior as a function of the risk of traffic accidents with consequences. In order to assess the driver and define the profile, various methods and means are used, such as smart mobile phones, global positioning system (GPS), sensors, security cameras, on-board devices for monitoring vehicle parameters, etc. Driver behavior affects the level of traffic safety, fuel/energy consumption and gas emissions - ecology. Driver behavior profiling is used to understand and define models to positively influence driver behavior. Typically, driver behavior profiling tasks involve the automated collection of driving data and the application of computer models to generate a classification that characterizes the driver's aggressiveness profile.

Preventing and reducing the consequences of traffic accidents are important issues that are at the top of the priority list of many countries around the world today. Driver behavior is one of many key factors that should be seriously considered to improve road safety.

In this paper, an overview of the content dealing with the area of driver behavior is given, a proposal for criteria for monitoring driver behavior is defined, and concluding considerations are given.

Keywords: driver, vehicle, traffic, psychology, road safety.

PREDLOG PARAMETARA U OBLASTI PROCENE PONAŠANJA VOZAČA

Aleksandar Gošić

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš Odsek Vranje, Srbija,
aleksandar.gosic@akademijanis.edu.rs

Stefan Mladenović

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš Odsek Vranje, Srbija,
stefan.mladenovic@akademijanis.edu.rs

Miodrag Đorđević

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija Niš Odsek Vranje, Srbija,
miodrag.djordjevic@akademijanis.edu.rs

Rezime: Ponašanje vozača je faktor koji doprinosi u preko 90 procenata saobraćajnih nezgoda. Kao posledica toga, postoji značajna korist u identifikaciji vozača koji nebezbedno upravljaju vozilom. Profili ponašanja vozača su jedan od pristupa za procenu ponašanja vozača u funkciji rizika od saobraćajnih nezgoda sa posledicama. Radi procene vozača i definisanja profila, koriste se različite metode i sredstva, kao što su pametni mobilni telefoni, globalni pozicioni sistem (GPS), senzori, bezbednosne kamere, uređaji na vozilu za praćenje parametara vozila i sl. Ponašanje vozača utiče na nivo bezbednosti saobraćaja, potrošnju goriva/energije i emisije gasova – ekologiju. Profilisanje ponašanja vozača koristi se radi razumevanja i definisanja modela za pozitivan uticaj na ponašanje vozača. Obično zadaci profilisanja ponašanja vozača uključuju automatizovano prikupljanje podataka o vožnji i primenu računarskih modela za generisanje klasifikacije koja karakteriše profil agresivnosti vozača.

Sprečavanje i smanjenje posledica saobraćajnih nezgoda u saobraćaju važna su pitanja koja se nalaze na vrhu liste prioriteta mnogih zemalja širom sveta danas. Ponašanje vozača je jedan od mnogih ključnih faktora koje treba ozbiljno razmotriti za poboljšanje bezbednosti na putevima.

U ovom radu dat je pregled sadržaja koji obrađuju oblast ponašanja vozača, definisan je predlog kriterijuma za praćenje ponašanja vozača i data su zaključna razmatranja.

Ključne reči: vozač, vozilo, saobraćaj, psihologija, bezbednost saobraćaja.

1. UVOD

Ponašanje vozača je faktor koji doprinosi u preko 90 procenata saobraćajnih nezgoda. Kao posledica toga, postoji značajna korist u identifikaciji vozača koji nebezbedno upravljaju vozilom. Profili ponašanja vozača su jedan od pristupa za procenu ponašanja vozača u funkciji rizika od saobraćajnih nezgoda sa posledicama. Radi procene vozača i definisanja profila, koriste se različite metode i sredstva, kao što su pametni mobilni telefoni, globalni pozicioni sistem (GPS), senzori, bezbednosne kamere, uređaji na vozilu za praćenje parametara vozila i sl.

Ponašanje vozača utiče na nivo bezbednosti saobraćaja, potrošnju goriva/energije i emisije gasova – ekologiju. Profilisanje ponašanja vozača koristi se radi razumevanja i definisanja modela za pozitivan uticaj na ponašanje vozača. Obično zadaci profilisanja ponašanja vozača uključuju automatizovano prikupljanje podataka o vožnji i primenu računarskih modela za generisanje klasifikacije koja karakteriše profil agresivnosti vozača. Sprečavanje i smanjenje posledica saobraćajnih nezgoda u saobraćaju važna su pitanja koja se nalaze na vrhu liste prioriteta mnogih zemalja širom sveta danas. Ponašanje vozača je jedan od mnogih ključnih faktora koje treba ozbiljno razmotriti za poboljšanje bezbednosti na putevima.

Postoji određen broj pristupa ovom problemu, na osnovu kojih su vršena istraživanja i izrađivane studije, počevši od praćenja vozača putem GPS, senzora u vozilima, ali i definisanja modela ponašanja vozača, na osnovu kojih bi se mogli proceniti rizici u bezbednosti saobraćaja.

U ovom radu dat je pregled sadržaja koji obrađuju oblast ponašanja vozača, definisan je predlog kriterijuma za praćenje ponašanja vozača i data su zaključna razmatranja.

2. MATERIJALI I METODE

U svom istraživanju, Ellison, Greaves i Bliemer, izradili su predlog okvira profila ponašanja vozača (Ellison, Greaves & Bliemer, 2015). Okvir je dizajniran oko kombinacije mere brze vožnje, agresivnog ubrzavanja i agresivnog kočenja, ali veoma lako se može proširiti na ostale parametre radi prilagođavanja većem broju načina ponašanja vozača, kao što su velike brzine skretanja, bočna kontrola vozila i česte promene saobraćajne trake. U ovom istraživanju, navedene mere (ili ocene rizika) su funkcije rizika od učešća u saobraćajnoj nezgodi. Ono što je najvažnije, istraživanje ima za cilj da izoluje uticaje vozača, kontrolišući interakciju kombinacije egzogenih faktora (kao što su ograničenje brzine, doba dana i vremenske prilike), koristeći ono što se može nazvati vremenskim i prostornim identifikatorima – TSI (Temporal and Spatial Identifiers).

Tabela 1. Vremenski i prostorni identifikatori – TSI

Parametar	Opis	Predstavlja:
Prostorni		
Ograničenje brzine	Ograničenje brzine na putu	Tip puta, širinu saobraćajne trake, namenu zemljišta
Zona škole	Aktivna zona škole	Prisustvo dece
Kiša	Prisustvo kiše	Meteorološke prilike, vidljivost, putni uslovi
Signalizirana raskrsnica	Signalizirana raskrsnica u krugu od 25 m	Aktivnost pešaka, veliki broj drugih vozila
Nesignalizirana raskrsnica	Nesignalizirana raskrsnica u krugu od 25 m	Aktivnost pešaka, prisustvo drugih vozila
Kružni tok	Kružni tok u krugu od 25 m	Prisustvo drugih vozila
Vremenski		
Doba dana	Jutro, dan, posle podne ili noć	Svetlosni uslovi, uslovi saobraćaja
Vikend	Subota ili nedelja	uslovi saobraćaja
Broj putnika		Odvraćanje pažnje unutar vozila

Primarna svrha profila ponašanja vozača je da obezbede zajedničku meru ponašanja, koje omogućava poređenja među vozačima, samih vozača kroz određene periode, samih vozača u prostorno-vremenskim okruženjima i bilo koje druge kombinacije vozača, vremena i prostora. Okvir profila vozača sastoji se od karakteristika povezanih sa okruženjem puta i vožnjom i relativnih faktora rizika povezanih sa svakim ponašanjem i veličinom važnosti. Sami relativni faktori rizika sastoje se od tri komponente: frekvencije, opseg i težinski koeficijenti. Težinski koeficijenti su relativni rizici povezani sa opsegom svakog ponašanja, kao što je rizik od prekoračenja brzine od 10 km/h.

Frekvencija se odnosi na to koliko je često jedno ponašanje određene veličine posmatrano kao proporcija udaljenosti. Ovi ulazi se kombinuju u profil ponašanja vozača, koji se sastoji od pojedinačnih ocena rizika ponašanja i kompozitni (ili ukupni) rezultat rizika na skali indeksa rizika vozača od 0 do 100 poena. Vozači sa višim ocenama rizika su u većem riziku da učestvuju u saobraćajnoj nezgodi dok su, nasuprot tome, vozači sa nižim ocenama rizika u manjem riziku. Okvir profila ponašanja vozača takođe uključuje marginu rizika koja predstavlja gornju i donju granicu tipičnog ponašanja pojedinačnog vozača. Pored toga, standardna devijacija je data kao mera varijabilnosti unutar određene mere i sveukupno. Osnovni element proračuna veličine rizika jesu učestalost i opseg ponašanja posmatranog vozača. Težinski koeficijenti izvedeni su iz statističkih podataka bezbednosti saobraćaja i rezultata istraživanja prethodnih istraživanja u ovoj oblasti. Korišćene vrednosti težinskih koeficijenata su 0,42 za brzinu, 0,36 za kočenje i 0,22 za ubrzavanje.

U istraživanju (He et al, 2019) korišćena je specijalna dijagnostička oprema, pomoću koje su prikupljeni podaci: o vozaču, vremenu snimanja, pozicijama kretanja, četvorodimenzionom parametru koji je predstavljao „fizičko stanje vožnje“ i obuhvatao brzinu, ubrzanje, broj obrtaja motora i ugaonu brzinu vozila i sedmodimenzionom parametru koji je predstavljao „opisno stanje vožnje“ označavajući upozoravajuću poruku o vozilu i izvodio se iz fizičkog stanja vožnje. Ova oprema bila je u stanju i da pruži informaciju o postojanju najverovatnije mogućnosti da dođe do saobraćajne nezgode.

Tabela 2. Opis podataka procene ponašanja vozača

Fizičko stanje vožnje	Opisno stanje vožnje	Opis
Brzina	Brzina vozila	Brzina veća od brzine ograničene za vrstu puta
Ubrzanje	Neuobičajno ubrzanje	Ubrzanje veće od $1,8 \text{ m/s}^2$
	Neuobičajno usporenje	Usporenje veće od $1,8 \text{ m/s}^2$
Broj obrtaja motora	Upozorenje o velikom broju obrtaja motora	Broj obrtaja motora veći od podrazumevane gornje granice broja obrtaja za vozilo
	Neuobičajno povećanje broja obrtaja motora	Broj obrtaja se naglo povećava u kratkom intervalu vremena
Ugaona brzina vozila	Naglo skretanje	Ugaona brzina vozila veća od 30 rad/s
	Promena saobraćajne trake	Ugaona brzina vozila u rasponu od 10 do 30 rad/s

Sistem koji je prikazan u ovom istraživanju obuhvatao je: unos podataka u procesor opreme (podaci koji su uobičajni za vozača, pravci kretanja, svojstva i nazive), model profilisanja pravca kretanja, model ponašanja vozača i model procene rizika. Unos podataka u procesor opreme obuhvata podatke dobijene na osnovu snimanja stanja na određenoj deonici puta. Prvi korak podrazumeva definisanje pravca kretanja. Drugi korak podrazumeva određivanje karakteristika praćenja i obuhvata podatke o indikatorima pravca kretanja i podatke o ponašanju vozača. Podaci o indikatorima pravca kretanja obuhvataju: vreme prolaska kroz posmatranu deonicu, dužinu posmatrane deonice, broj upozorenja o saobraćajnim nezgodama na posmatranoj deonici. Podaci o ponašanju vozača obuhvataju: podatke o prosečnim brzinama kretanja, prosečnim ubrzanjima, prosečnom broju obrtaja motora i prosečnoj ugaonoj brzini vozila. Treći korak podrazumeva dodelu troklasnog naziva pravcu kretanja i to: bezbedna klasa, rizična klasa i opasna klasa. Profilisanje pravca kretanja najpre je vršeno s akcentom na upozorenjima o nezgodi. Zatim je posmatrano potrebno vreme za prelazak posmatrane deonice puta. Modelovanje ponašanja vozača imalo je za cilj da predvidi verovatnoću razvrstavanja pravca kretanja u određenu klasu (bezbedna klasa, rizična klasa i opasna klasa) za odgovarajućeg vozača. Procena rizika podrazumeva procenu vozača sa dva aspekta: aspekt pokretljivosti – koji potiče od pravca kretanja i demografski aspekt – koji potiče od navika vozača. Procena vozača podrazumeva zbir dobijenih vrednosti procena sa aspekta pokretljivosti i sa demografskog aspekta.

Predložen model u istraživanju sprovedenom od strane Jasinski i Baldo sastoji se od četiri faze: prikupljanje podataka, obrada podataka, obogaćenje pojedinih podataka i procena agresivnosti (Jasinski & Baldo, 2017). Deonica pravca kretanja je podeljena na deonice od po 1 km i pojedinačno obogaćena sa podacima o ograničenju brzine, meteorološkim prilikama i važnim mestima. Pod agresivnim ponašanjem smatralo se ponašanje vozača u smislu brzine kretanja i ubrzanja. Podaci o brzini upoređivani su prema procentu prekoračenja brzine u odnosu na ograničenu brzinu kretanja na deonici i to: do 20%, od 20% do 50% i preko 50%. Podaci o ubrzanju upoređivani su prema podacima dobijenim na osnovu drugih istraživanja, pri čemu je usvojeno da rizik od nezgode nastaje sa ubrzanjem većim od 4 m/s^2 . Podaci su prikupljeni pomoću pametnih telefona i GPS podataka o lokaciji i vremenu u okviru vremenskog intervala od 60 s. Obrada podataka podrazumeva pripremu podataka za analizu i određivanje indeksa i obuhvatala je: obradu pravca kretanja, segmentaciju i identifikaciju transportnog sredstva. Pravac kretanja je podeljen na tri dela: JEZGRO, GRANICA i BUKA. Segmentacija pravca kretanja je izvršena na dva načina. U prvom je segmentacija vršena u slučaju da ne postoji GPS signal i u drugom je segmentacija vršena u slučaju da je

vozač zaustavio vozilo u vremenskom intervalu dužem od pet minuta. Identifikacija transportnih sredstava podrazumeva razmatranje motorizovanog i nemotorizovanog transporta sa granicom od 15 km/h između ovih vrsti. Opisno obogaćivanje podataka podrazumeva dopunu podacima o ograničenju brzine, meteorološkim prilikama i važnim mestima (škole, fakulteti, biblioteke, klinike i sl). Procena agresivnosti počinje određivanjem težinskih koeficijenata za brzine kretanja i ubrzanja.

Tabela 3. Težinski koeficijenti u odnosu na parametar

rb	Ponašanje – brzina	Ponašanje – ubrzanje	Težinski koeficijent
1.	Ispod ograničenja brzine	Bezbedno	0
2.	Do 20% veća brzina od ograničenja	Normalno	1,5
3.	Od 20% do 50% veća brzina od ograničenja	Agresivno	3,0
4.	Preko 50% iznad ograničenja	Opasno	5,0

Segmentni indikator agresivnosti predstavlja meru agresivnosti vozača u odnosu na prosečno ponašanje u smislu brzine i ubrzanja i dobija se kompozicijom: isključivog indeksa agresivnosti (pojedinačnog indeksa) i srednjeg indeksa, prema sledećoj formuli:

$$SAI = \frac{((ASEI \cdot p_{as}) + (MSI \cdot p_{ms}))}{2} + \frac{((AAEI \cdot p_{aa}) + (MAI \cdot p_{ma}))}{2}$$

gde su: ASEI – isključivi parametar agresivne brzine; MSI – parametar očekivane vrednosti brzine; AA EI – isključivi parametar agresivnog ubrzanja; MAI – parametar očekivane vrednosti ubrzanja; p_{as} – procenat agresivne brzine; p_{ms} – procenat neagresivne brzine; p_{aa} – procenat agresivnog ubrzanja; p_{ma} – procenat neagresivnog ubrzanja. Svaki od ovih parametara dobija se putem određenih modela u zavisnosti od agresivnog ponašanja vozača, brzine kretanja i ubrzanja vozila sa primenom odgovarajućih težinskih koeficijenata.

Relacijski indikator agresivnosti sastoji se od svih segmentnih indikatora agresivnosti i odražava opšte ponašanje vozača na specifičnoj relaciji:

$$TAI = \frac{\sum_{i=1}^n SAI_i}{n}$$

Nakon snimanja podataka koji su sadržali preko 2.000 sati vožnje 10 vozača u svakodnevnim aktivnostima (različiti scenariji istraživanja), dobijene su vrednosti distribucija brzina i ubrzanja, prema sledećem:

Tabela 4. Distribucija brzina na suvom i mokrom kolovozu

rb	Ponašanje – brzina	% mokar kolovoz	% suv kolovoz
1.	Ispod ograničenja brzine	46,50	86,34
2.	Do 10% veća brzina od ograničenja	27,13	8,25
3.	Od 10% do 20% veća brzina od ograničenja	14,78	1,67
4.	Od 20% do 50% veća brzina od ograničenja	8,28	1,31
5.	Preko 50% iznad ograničenja	3,32	2,43

Tabela 5. Distribucija ubrzanja na suvom i mokrom kolovozu

rb	Ponašanje – ubrzanje	% mokar kolovoz	% suv kolovoz
1.	Bezbedno	97,65	98,40
2.	Normalno	2,22	1,60
3.	Agresivno	0,13	0
4.	Opasno	0	0

Na kraju istraživanja zaključeno je da većina vozača agresivno upravlja vozilom, ali da retko izvršava nagle pokrete. Takođe, zaključeno je da je potrebno izmeniti pojedine metode radi dobijanja preciznijih podataka (na primer u vezi lokacije važnih objekata ili tačnosti GPS uređaja).

U istraživanju (Junior et al, 2017) za prikupljanje podataka korišćeni su pametni telefoni, odnosno njihovi senzori, a obrada podataka vršena je putem različitih metoda mašinskog učenja, sa ciljem da se detektuju tipovi događaja u vožnji. Senzor pametnog telefona je prvi element procene. Podaci o ubrzanju, linearnom ubrzanju, sili magnetnog

polja i ugaona brzina transformišu se u trodimenzioni parametar o koordinatama (u odnosu na pametni telefon). Drugi element procene jesu ose senzora. Treći element procene jesu algoritmi mašinskog učenja.

Vektor atributa predstavljao je rezime događaja koji su praćeni. On je formiran proračunom očekivane vrednosti, medijane, standardnog odstupanja i rasta/pada tendencije podataka senzora. U ovom istraživanju vršena su merenja događaja u vožnji. Ukupno su vršena snimanja 4 relacije kretanja po 13 minuta u jednom istom vozilu, sa pametnim telefonom pričvršćenim za vetrobransko staklo i pod određenim uslovima. Tipovi događaja koji su praćeni sa brojem uzoraka su: agresivno usporavanje (12), agresivno ubrzavanje (12), agresivna promena saobraćajne trake u levo (5), agresivna promena saobraćajne trake u desno (4), agresivno skretanje u levo (11), agresivno skretanje u desno (11) i događaj bez agresivnih reakcija (14).

Nakon istraživanja, zaključeno je sledeće: veći ekran pametnog telefona bolje vrši snimanja, žiroskop i akcelerometar su najbolji senzori za snimanje događaja u vožnji, korišćenje osa svih senzora bolje vrši snimanje nego korišćenje pojedinačnih senzora, izuzev za događaje agresivnog skretanja ulevo, Random Forest (RF) je najbolji algoritam mašinskog učenja za obradu podataka, iza kojeg sledi Multi Layer Perceptron (MLP).

Istraživanje (Saiprasert et al, 2014) obuhvatilo je pet tipova događaja u vožnji: naglo ubrzanje, naglo kočenje, naglo skretanjem, naglu promenu saobraćajne trake i prekoračenje brzine kretanja. Tipovi događaja snimani su pomoću akcelerometra i GPS prijemnika na pametnom telefonu putem vozilo-infrastruktura komunikacije (u realnom vremenu). Svaki događaj klasifikovan je kao: normalan ili agresivan.

Profilisanje vozača vršeno je pomoću parametra bezbednosti vozača koji se dobija iz unapred definisane formule, a koja ukazuje na uticaj broja naglih radnji vozača (ubrzanja, kočenja, skretanja, promene saobraćajne trake i prekoračenja brzine) uz primenu odgovarajućih težinskih koeficijenata. U istraživanju su definisana četiri profila ponašanja vozača prikazani u tabeli 6.

Tabela 6. Profili ponašanja vozača

Profil	Nivo bezbednosti	SI	Opis
A	veoma bezbedan	0,9 – 1	Manje od 5% svih događaja je iznenadno
B	bezbedan	0,8 – 0,89	Manje od 10% svih događaja je iznenadno
C	agresivan	0,7 – 0,79	Manje od 15% svih događaja je iznenadno
D	veoma agresivan	<0,7	Više od 15% svih događaja je iznenadno

Za potrebe prikupljanja podatka snimana su dva pravca. Ukupno je bilo obuhvaćeno po 30 vožnji po pravcu i to po 15 u jednom i 15 u drugom smeru. Deset različitih vozača po pravcu je upravljalo vozilom, odnosno ukupno 20 vozača sa po tri vožnje u jednom smeru. Nakon snimanja ponašanja vozača, izvršena je klasifikacija profila ponašanja po deonicama na osnovu frekvencija pojava iznenadnih događaja i poređenje relacija kretanja. Ovi podaci korisni su radi definisanja i preduzimanja mera na povećanju bezbednosti saobraćaja po deonicama kretanja. Na osnovu sprovedenog istraživanja zaključeno je da je potrebno korišćenje savremenih uređaja radi povećanja bezbednosti saobraćaja i uticaja na vozača da se bezbedno ponašaju.

U istraživanju (Witt et al, 2019) težište je bilo usmereno na povezanost osobina vozača, sistema i okruženja i njihov uticaj na ponašanje vozača. Za potrebe istraživanja, u saobraćajnim simulacijama sa virtuelnim vozačima, razvijen je stohastički kognitivni model, koji je razmatrao kognitivne ljudske sposobnosti, kao što su obrada podataka i donošenje odluka, ali su u obzir uzeta i psihološka i kognitivna ograničenja vozača.

Ovaj model podrazumevao je: razmatranje kontrole pogleda i prijema informacija (neka istraživanja pokazala su da vozač 90% informacija prima putem čula vida, a čulo sluha i dodira nisu razmatrani), mentalni model (način prepoznavanja raznih situacija), proces donošenja odluke (ovaj segment podrazumevao je podmodul upravljanja situacijom i podmodul upravljanja akcijom i imao je zadatak da proceni trenutnu situaciju na osnovu informacija izvedenih iz mentalnog modela) i na kraju implementaciju akcije (ulazi prethodnih modula korišćeni su za promenu pozicije pedale kočnice ili ubrzanja i ugla zaokretanja točka upravljača). Dodatni modul u modelu bile su karakteristike i stanja vozača. Parametri ponašanja vozača koji su praćeni su: rutina vožnje, brzina, uzdužno ubrzanje, bočno ubrzanje, bezbedno odstojanje, prekoračenje dozvoljene brzine, brzina promene ugla točka upravljača, smicanje vozila od središnje linije i način promene saobraćajne trake.

Za potrebe istraživanja korišćen je simulator vožnje sa odgovarajućom opremom, učestvovao je 41 licencirani vozač nezavisno odabran od strane marketinške agencije, podeljenih u četiri grupe, sa ciljem obuhvata svih starosnih grupa (prosečna starost vozača bila je 46,27 godina sa standardnom devijacijom od 15,94 godine, od ukupnog broja 17 je bilo ženskog pola). Relacija puta u simulaciji bila je dugačka 70 km, a karakteristike vozila odgovarale su putničkom vozilu BMW serije 5 sa malom snagom motora. Pre početka simulacije vožnje, učesnici su bili podvrgnuti psihološkom testiranju prema sledećem: kratki test „traganja za senzacijom“ (jedan od faktora

nebezbedne vožnje), kratka skala sklonosti riziku, kratka forma Defenbaherove skale besa vozača, kratka verzija testa Stanje-Osobina-Anksioznost-Inventar.

Nakon snimanja ponašanja vozača, statističkom analizom vršena je obrada podataka i pronalaženje veze između karakteristika vozača i ponašanja. Kada je reč o starosti vozača, zaključeno je da postoji značajna povezanost godina starosti sa ponašanjem vozača. Stariji vozači upravljali su nižom brzinom u odnosu na mlađe. Takođe, mlađi vozači u većoj meri su prekoračivali ograničenu brzinu u odnosu na starije vozače. Posmatrajući pol vozača, postoji značajna povezanost između pola i ponašanja vozača. Vozači ženskog pola više su upravljali desnom saobraćajnom trakom i nižim brzinama u odnosu na vozače muškog pola. Vozači sa manjim iskustvom u vožnji upravljali su nižim brzinama, češće na desnoj saobraćajnoj traci i ređe su prekoračivali ograničenje brzine. Vozači skloniji riziku, prema rezultatima psiholoških testova, skloniji su i vožnji većim brzinama i preduzimanju većih ubrzanja. Isti slučaj zabeležen je i kod vozača sa višim vrednostima testa „traganja za senzacijom“. Nije zabeležena korelacija osobine strpljenja vozača sa njihovim ponašanjem.

Pomoću višestruke linearne regresije dobijeno je da su godine, tolerancija na rizik, rutina vožnje i pol veoma značajni za predviđanje medijane brzine. Ubrzanje je u značajnoj povezanosti sa tolerancijom na rizik. Godine, anksioznost i bes vozača su u značajnoj povezanosti sa bezbednim odstojanjem. Godine i tolerancija na rizik vozača su veoma značajni za predviđanje prekoračenja ograničenja brzine.

Rezultati dobijeni u istraživanju predstavljali su osnov za formiranje modela koji bi bio korišćen u simulaciji virtuelnih vožnji. Prilagođeni model karakteristika vozača, osobina vozača i ponašanja vozača podeljen je na četiri nivoa: prvi nivo – pol, godine i rutina vožnje, drugi nivo – tolerancija na rizik, anksioznost, potraga za senzacijom, burna reakcija vozača i bes vozača, treći nivo – kontrola brzine i pravca kretanja, dinamika vožnje i performanse vozača i četvrti nivo – poštovanje ograničenja brzine, brzina, vožnja jednom saobraćajnom trakom, uzdužno ubrzanje, bočno ubrzanje, bezbedno odstojanje, promena saobraćajne trake i brzina okretanja točka upravljača.

3. REZULTATI I DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Uzimajući u obzir izvršena istraživanja, moguće je definisati predlog parametara za praćenje vozača radi definisanja profila ponašanja. Prvi korak u definisanju parametara podrazumevao bi definisanje prekršaja pozitivnih propisa u kojima učestvuju vozači. Parametri koji bi se pratili radi procene ponašanja vozača bi bili: kontrola brzine i pravca kretanja, dinamika vožnje i performanse vozača, vožnja jednom saobraćajnom trakom, uzdužno ubrzanje, bočno ubrzanje, bezbedno odstojanje, promena saobraćajne trake i brzina okretanja točka upravljača. Drugi korak u definisanju parametara jeste psihološki profil vozača. Pored pola i starosti vozača, u ovom koraku potrebno je procenjivati i ponašanje vozača tokom upravljanja vozilom, odnosno reagovanje na specifične situacije u saobraćaju. Složenost u istraživanju profila ponašanja vozača predstavlja uvrštavanje psihološkog profila ličnosti, odnosno karakterne crte i temperamentne osobine ličnosti. Ove osobine ličnosti utiču na ponašanje vozača u saobraćajnim situacijama prema sledećem: tolerancija na rizik, anksioznost, potraga za senzacijom, burna reakcija vozača i bes vozača. Treći korak, koji je ujedno i najsloženiji, jeste kvantifikacija ranije navedenih parametara i definisanje modela uz pomoć kojeg bi se, na osnovu snimljenih podataka, odredio profil ponašanja vozača, samim tim i njegova sklonost ka rizicima u različitim saobraćajnim situacijama.

4. ZAKLJUČAK

Bezbednost saobraćaja je oblast koja zaokuplja sve veću pažnju. Posmatrajući faktore bezbednosti saobraćaja: čovek, vozilo, put i okolina, čovek je faktor koji u najvećoj meri utiče na nivo bezbednosti saobraćaja svojim ponašanjem. Posledice koje nastaju nakon saobraćajne nezgode imaju ogromne negativne posledice po zdravlje i život ljudi, zagađenje okoline, oštećenje materijalnih dobara itd.

Rizik se može smanjiti ukoliko se preduzmu sve potrebne mere i aktivnosti, a jedan od ključnih koraka jeste procena ponašanja vozača. Ponašanje vozača posmatra se preko određenih parametara koji se mogu pratiti i snimiti, a na osnovu prikupljenih podataka odrediti i profil ponašanja vozača. I pored složenosti problema, sprovedena su istraživanja koja u suštini imaju u osnovi razmatranje prekršaja pozitivnih propisa od strane vozača, praćenje ponašanja tokom upravljanja vozilom, praćenje psiholoških karakteristika ličnosti vozača.

Osnovni cilj definisanja profila ponašanja vozača bio bi smanjenje rizika od nastanka saobraćajnih nezgoda, a time i smanjenje negativnih posledica saobraćaja u celini.

LITERATURA

Al-Hussein, W.A., Por, L.Y., Kiah, M.L.M., & Zaidan, B.B. (2022). Driver Behavior Profiling and Recognition Using Deep-Learning Methods: In Accordance with Traffic Regulations and Experts Guidelines. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 1470. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031470>.

- Ellison A., Greaves S., & Bliemer M. (2015). Driver behaviour profiles for road safety analysis, *Accident Analysis and Prevention* 76, pg. 118–132, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.009>
- He, B., Chen, X., Zhang, D., Liu, S., Han, D., & Ni, L.M. (2019). PBE: Driver Behavior Assessment Beyond Trajectory Profiling. In: Brefeld, U., et al. *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases. ECML PKDD 2018. Lecture Notes in Computer Science()*, vol 11053. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10997-4_31
- Jasinski M. G., & Baldo F. (2017). A Method to Identify Aggressive Driver Behaviour Based on Enriched GPS Data Analysis, *GEOProcessing 2017 : The Ninth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services*, ISBN: 978-1-61208-539-5.
- Junior J. F., Carvalho E., Ferreira B. V., Souza C., Suhara Y., Pentland A., & Pessin G. (2017). Driver behavior profiling: An investigation with different smartphone sensors and machine learning, *PLoS ONE* 12(4): e0174959. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174959>.
- Kim B., & Baek Y. (2020). Sensor-Based Extraction Approaches of In-Vehicle Information for Driver Behavior Analysis, *Sensors* 2020, 20(18), 5197, <https://doi.org/10.3390/s20185197>.
- Saiprasert C., Thajchayapong S., Pholprasit T., & Tanprasert C. (2014). Driver behaviour profiling using smartphone sensory data in a V2I environment, *Conference: 2014 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE)*, DOI:10.1109/ICCVE.2014.7297609.
- Witt M., Kompaß K., Wang L., Kates R., Mai M., & Prokop G. (2019). Driver profiling – Data-based identification of driver behavior dimensions and affecting driver characteristics for multi-agent traffic simulation, *Transportation Research Part F* 64, pg. 361–376, <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.05.007>.
- Yuksela A. S., & Atmaca S. (2020). Driver’s black box: a system for driver risk assessment using machine learning and fuzzy logic, *Journal of Intelligent Transportation Systems, Technology, Planning, and Operations*, Volume 25, 2021 – Issue 5, pg. 482-500, <https://doi.org/10.1080/15472450.2020.1852083>.
- Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, Službeni glasnik RS, br. 41/2009-3, 53/2010-12, 101/2011-270, 32/2013-22 (US), 55/2014-61, 96/2015-106 (dr. zakon), 9/2016-178 (US), 24/2018-70, 41/2018-122, 41/2018-32 (dr. zakon), 87/2018-26, 23/2019-3, 128/2020-3 (dr. zakon).