

## Merjenje lastnosti voznika osebnega avtomobila v prometnem toku na mikroskopski ravni

Rudi Čop, Franc Dimc, Dejan Paliska

Univerza v Ljubljani, Fakultete za pomorstvo in promet, Pot pomorščakov 4, 6320 Portorož  
E-pošta: {rudi.cop, franc.dimc, dejan.paliska}@fpp.uni-lj.si

**Povzetek.** Predmet proučevanja teorije prometnega toka je predvsem cestni promet. Na cesti najpogosteje nastajajo zgoščine in zastoji avtomobilov v kolonah. Proučevanje teh pojavov se je začelo v sredini prejšnjega stoletja, ko sta se zmanjšali prometna varnost in urejenost cestnega prometa in ko je to postalo problem industrijsko najrazvitejših narodov. Že v kratkih razmerah je izboljševanje razmer na cesti samo na podlagi praktičnih preizkusov in napak postalo prepočasno in predrago.

V prispevku je opisana izbira merilnega sistema za merjenje pozicije, hitrosti in časa, ki temelji na radionavigacijskem sistemu GPS. Predstavljena je meritev sledenja dvojice vozil v realnem prometnem toku in načinu obdelave izmerjenih rezultatov. Izbrani matematični model izhaja iz modela regulatorja PID v zaključeni regulacijski zanki. Omogoča ovrednotenje merilnih rezultatov in ugotavljanja voznikovih sposobnosti posameznega voznika.

**Ključne besede:** mikro-model prometnega toka, navigacijski sistem GPS, regulator PID, lastnosti voznika

## Measurement of Vehicle-Driver Behavioral-Responses in the Traffic Flow on the Microscopic Level

**Extended abstract.** Traffic-flow theory research deals particularly with the roadway traffic because jams are primarily a road traffic phenomenon. Research into such occurrences began in the middle of the last century when the traffic safety and roadway traffic regulation decreased and congestion became a problem for those nations with the most developed industry. Already at that time improving the road situation by test measurements in a real traffic stream proved too slow and too expensive.

The radio navigation system GPS has been used from the very beginning of its appearance for studying the car following behavior of two-vehicle platoons. The navigation receiver collects vehicle position and speed data. Its measurement accuracy is to be improved by the real-time dGPS correction data or by additional data postprocessing. For additional measurement of the vehicle-to-vehicle separation, both vehicles should be equipped with a GPS receiver. The vehicle-to-vehicle separation is calculated later on during the data postprocessing.

This paper describes an experimental setup chosen on the basis of the radio-navigation system GPS. It may be used for recording the data about location, speed and time. The presented measurement results were obtained in two steps. The data were first collected in a process of tracking of the two-vehicle platoons in the real life traffic-flow and then processed. The selected mathematical model is based on the PID controller in a closed-loop control system. It enables evaluation of the measurement results and assessment of the behavioral elements of each driver.

**Keywords:** traffic-flow micro model, navigation system GPS, PID controller, driver behavioral responses

---

### 1 Uvod

Teorija prometnega toka (Traffic Flow Theory) je prvo in tudi osnovno znanje o prometu. Poskuša razložiti pojave, ki so vezani na vožnjo posameznega vozila in njegovo medsebojno delovanje z drugimi udeleženci v prometu. Posledica tega razumevanja je sposobnost določanja lastnosti vozne poti, kot sta njena prepustnost in sposobnost prevajanja različnih oblik prometa. To

znanje pa je eno najpomembnejših za uspešno gospodarno izkoriščanje vozil.

Teorija prometnega toka opisuje in pojasnjuje osnovne modele prometnega toka in njegovih spremljajočih pojavov: nastanek prometnega toka, njegovo merjenje in nadzor ter prometne nesreče. Obravnava promet na makroskopski in mikroskopski ravni. Makroskopsko se promet obravnava kot fluid, ki se pretaka skozi cev. Mikroskopsko pa se v prometu obravnava posamezno vozilo, ki medsebojno deluje z drugimi udeleženci v prometu.

## 2 Raziskovanje prometnega toka

Teorija prometnega toka se ukvarja z razumevanjem prometnega toka in njegovim izboljševanjem. Najpogostejši predmet njene raziskave je cestni promet. Avtomobilski promet po cestah se namreč najpogosteje gosti in zastaja [1, 2].

Avtomobil je ljudem zelo povečal njihovo mobilnost. Da pa bi jo tudi izkoristili, so pospešeno začeli širiti in dograjevati cestna omrežja. Obenem pa so začeli nastajati prometni zastoji, ki so jih poskušali reševati s prometnimi znaki. Poskusi povečevanja prometne varnosti in urejenosti cestnega prometa so bili le delno uspešni zaradi slabega poznavanja osnovnih mehanizmov v prometu. Zato je bil v sredini preteklega stoletja postavljen temelj teorije prometnega toka, ki sledi tradiciji drugih fizikalnih znanosti. Vključuje večje število znanj z namenom, da se postavi pravi model prometnega toka.

Velika korelacija med rezultati, pridobljenimi z modelom, in tistimi, ki so pridobljeni z dejanskimi meritvami prometnega toka, še ne upravičuje postavljenega modela. Model mora temeljiti tudi na razumljivih fizikalnih osnovah, da se lahko pridobljeni rezultati uporabijo za nadaljnje izboljševanje prometnih razmer. Poleg samega modeliranja prometnega toka pa je zelo zanimiv tudi vpliv sredstev za njegov nadzor [3]. Teorija nadzora prometnega toka je le delno uspešna pri nadzoru cestnega prometa. Razlogi za tako stanje so v neustrezni uporabi sicer uspešnega teoretičnega modela prometnega toka ali v neustreznem načinu njegovega razumevanja.

Raziskave na področju prometnega toka so posebno pomembne za uvedbo inteligentnih transportnih sistemov, za njihovo preizkušanje in ocenitev njihove dejanske vrednosti za povečevanje mobilnosti, varnosti, produktivnosti in zmanjšanja vpliva na okolje [4]. Postopno uvajanje teh sistemov spreminja naše navade kot uporabnike cest in drugih transportnih poti [5, 6]. Ne sme pa biti to uvajanje prepuščeno zgolj tržnim mehanizmom, mora biti ves čas spremljano in preverjeno tudi na modelih. Na neki stopnji razvoja bomo zaznali, da se nam je življenje zaradi uvedbe

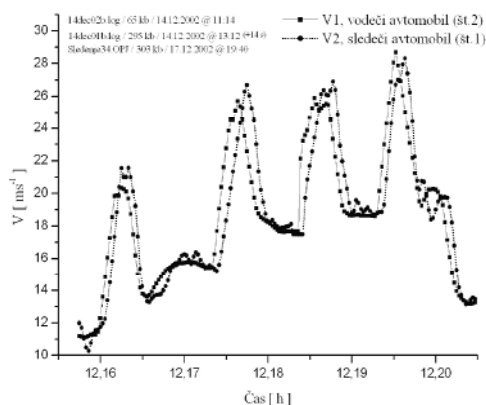
inteligentnih transportnih sistemov spremenilo in da so se spremenili transportni sistemi. Te spremembe pa je zelo težko že vnaprej napovedati [7, 8].

## 3 Mikroskopski modeli prometnega toka

Izhodiščna enačba razmerja med vodečim  $n+1$  in zasledujočim vozilom  $n$  je klasični mikroskopski model obnašanja dvojice vozil v prometnem toku (1.1).

$$\frac{d^2 x_{n+1}(t+T)}{dt^2} = \lambda \left[ \frac{dx_n(t)}{dt} - \frac{dx_{n+1}(t)}{dt} \right] \quad (1.1)$$

V tem modelu sta zajeta reakcijski čas noge voznika zasledujočega vozila  $T$  in njegova reakcija na motnjo  $\lambda$ . Reakcija voznika na motnjo  $\lambda$  se imenuje tudi koeficient občutljivosti ali tudi ojačevalni faktor. Klasični model je zelo splošen in nekaterih posebnosti na cesti ne opiše dovolj dobro. Zato je nekaj avtorjev predlagalo izboljšane modele z namenom, da bi dogajanje v prometu uspešneje predstavili [1, 9, 10].



Slika 1: Sprememba hitrosti dvojice vozil v drugem delu druge testne vožnje

Figure 1: Two-vehicle platoon speed change in the second part of the second test drive.

V izpopolnjenem modelu (model California) so natančneje določene medsebojne razdalje vozil. Upoštevana sta tudi dolžina vodečega vozila  $L$  in njegov reakcijski čas  $T_1$  (1.2).

$$\frac{d^2 x_{n+1}(t+T)}{dt^2} = \lambda \left[ x_n(t) - x_{n+1}(t) - L - T_1 \frac{dx_{n+1}(t)}{dt} \right] \quad (1.2)$$

Klasični model obnašanja dvojic vozil v prometnem toku je manj primeren za predstavitev zgostitev v prometu. Po tem modelu vodi nestabilna vožnja vozil v medsebojne trke. Zato je bil postavljen izboljšani model [10], v katerem je s  $h = x_n - x_{n+1}$  označena medsebojna

razdalja med zasledujočim in vodečim vozilom (1.3). V tem modelu je upoštevana le reakcija voznika zasledujočega vozila na motnjo.

$$\frac{d^2 x_{n+1}(t)}{dt^2} = \lambda \left[ \hat{v}(h_{n+1}) - \frac{dx_{n+1}(t)}{dt} \right] \quad (1.3)$$

V izboljššan model dvojic vozil v prometnem toku je vpeljana funkcija hitrosti  $\hat{v}(h)$ , ki mora zadoščati pogoju (1.4).

$$v_{\max} = \lim_{h \rightarrow \infty} \hat{v}(h) \quad (1.4)$$

Pogoj za stabilno obnašanje izboljššanega modela (1.3) je določljiv (1.5), kjer je  $b$  medsebojna razdalja med vozili v stacionarnem stanju.

$$\left. \frac{d\hat{v}(h)}{dh} \right|_{h=b} = \frac{d\hat{v}(b)}{db} < \frac{\lambda}{2} \quad (1.5)$$

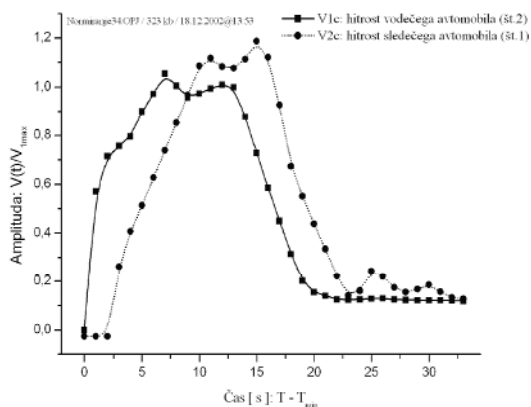
#### 4 Merjenje lastnosti dvojic vozil v prometnem toku

Za merjenje pozicije vozil, njihove hitrosti in medsebojne razdalje sta bila kupljena dva navigacijska sprejemnika GPS vrste AllStar, izdelek kanadskega CMC Electronics: osnovne oblike (Option 1: 1 Hz meritev faze @ 19200 Baud) in dopolnjene oblike za vse diferencialne popravke (Option 12: WAAS/EGNOS-DGPS). Med seboj se razlikujeta le po programski opremljeni. Oba sprejemnika sta opremljena z zunanjo aktivno anteno, ki ojači signale za 26 dB. Navigacijski sprejemnik AllStar za vgradnjo ima 12 neodvisnih vhodnih kanalov in pošilja navigacijske podatke nadrejenemu računalniku s frekvenco 1 Hz. Pozicijo izmeri na manj kot meter natančno, če sprejema tudi korekcijski signal dGPS, sicer pa najmanj šestnajst metrov natančno.

Preizkusi sledenja dvojice vozil v prometnem toku so se opravljali na hitri cesti, ki na začetku za križiščem preide iz dvosmerne v enosmerno, sestavljeno iz dveh voznih pasov. Na tem izbranem odseku med točkama A in B dolžine 3870 m se cesta enakomerno dviguje za 1,7 odstotka.

Hitrost je pred preходом v enosmerno cesto omejena na 60 km/h. Prav tako je treba pri ponovnem prehodu in dvosmerno cesto upoštevati omejitev hitrosti, ki je predpisana za take ceste.

Izbrani odsek od točke A do točke B zagotavlja največjo varnost pri izpeljavi meritve v resničnem prometnem toku. Preostalim udeležencem v prometu ta cesta omogoča neovirano prehitavanje po levem pasu za prehitavanje.



Slika 2: Oblika normirane tretje motnje v drugi vožnji drugega testa od točke A do točke B z največjo vrednostjo motnje  $v_{\max} = 25,7 \text{ ms}^{-1}$

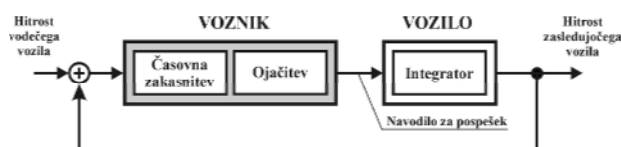
Figure 2: Shape of the third standardized disturbance in the second drive, during the second test measurement

Posamezen test je bil opravljen s testno dvojico navadnih osebnih vozil. Pri vsakem testu sta bili vedno opravljeni po dve vožnji. Pred vsakim testom se je zamenjal le vrstni red vozil. Tako je bilo v prvem testu vodeče vozilo številka 1, ki ga je upravljal voznik W. V drugem testu pa je to vozilo sledilo avtomobilu številka 2, ki ga je vozil voznik Z. Voznika dvojice testnih vozil W in Z sta bila izbrana med skrajnimi primeri voznikov. Voznik W je mlajši in je ljubitelj avtomobilizma. Voznik Z je starejši povprečni voznik, ki so mu bile reakcije še dodatno namensko upočasnjene glede na voznika W tako, da je vodeče vozilo zaviralo le z ročno zavoro. Posamezen test se je začel in končal na parkirnem prostoru na koncu enosmerne ceste.

#### 5 Obdelava in ovrednotenje rezultatov meritev

Uspešnost posamezne meritve se je ocenjevala pozneje s pomočjo skupnega diagrama spremembe hitrosti testnih osebnih avtomobilov  $v = f(t)$ , ki je bil narejen na podlagi izmerjenih hitrosti posameznega vozila v dvojici vozil v prometnem toku (slika 1).

Zaradi primerjave merilnih rezultatov z rezultati modeliranja smo posamezne prehodne pojave normirali. Prehodni pojav se je začel z začetkom vnosa motnje v prometni tok in trajal do njegovega izteka oziroma začetka naslednjega prehodnega pojava. Kot izhodišče vrednosti amplitud pa je služila srednja vrednost izmed vršnih vrednosti posamezne povzročene motnje. Vzorčni primer normiranja tretje motnje (Slika 1) služi tudi za nadaljnji prikaz rezultatov simulacije vožnje dvojice vozil v prometnem toku (slika 2).



Slika 3: Blokovna shema linearnega modela vožnje dvojice avtomobilov

Figure 3: Block diagram of the two-vehicle-platoon behavior linear model.

## 6 Dinamični model medsebojne razdalje dvojice vozil

Ob nastali spremembi voznik ocenjuje pospešek pred njim vožečega vozila. Enačba (1.6) je prvi približek odziva zasledujočega vozila.

$$\ddot{x}_{vodeče}(t+T) = \lambda [\dot{x}_{sledče}(t) - \dot{x}_{vodeče}(t)] \quad (1.6)$$

Prvi približek enačbe dinamičnega obnašanja dvojice vozil v prometnem toku, ki vozita drug za drugim, je zelo poenostavljen opis sicer zelo zapletenega procesa upravljanja vozila v prometnem toku.

Na podlagi klasične teorije regulacije je postavljen linearni model sledenja vozil in zanj izdelana blokovna shema (slika 3). V tej shemi je voznik predstavljen z dvema osnovnima členoma: z zakasnilnim členom in proporcionalnim členom z ojačitvijo. Za bolj natančno predstavitev je potrebno postaviti družino enačb, ki podrobneje opisujejo obnašanje voznika. Vključiti se mora tudi njegove psihološke in fiziološke lastnosti kot tudi povezave med vozili v prometu. Poleg predhodnega vozila na voznikove odločitve in hitrost njegovih reakcij vpliva tudi za njim vožeče vozilo, stanje celotnega prometa in varnostne razmere na cesti.

V primeru vožnje dveh vozil v vodoravni smeri se za simulacijo njunega gibanja lahko uporabi zelo enostaven model s karakteristikami regulatorja PID [11, 12]. Cilj te raziskave je bil spremljanje vodečega vozila  $n+1$  tako, da je dosežena stalna razdalja  $D$  z napako  $e(n+1)$  med njim in avtomobilom  $n$ , ki vozi za njim (1.7).

$$e(n+1) = d(n+1) - D = x(n) - x(n+1) - D \quad (1.7)$$

Razdalja med vodečim in zasledujočim vozilom  $d(i)$  je merjena s sistemom za določanje pozicije posameznih avtomobilov. Uspešnost sledenja se lahko predstavi z diferencialno enačbo tretjega reda (1.8).

$$\ddot{x}(n+1) = c_p e(n+1) + c_v \dot{e}(n+1) + c_a \ddot{e}(n+1) \quad (1.8)$$

Prenosna funkcija  $H(s)$  regulacijske proge z zaprto povratno zanko (1.9) opisuje v Laplaceovem prostoru odstopanje od vnaprej določene medsebojne razdalje  $D$

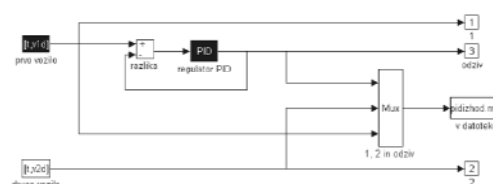
med dvema avtomobiloma v prometnem toku, ki vozita eden za drugim.

$$H(s) = \frac{e(n+1)(s)}{e(n)(s)} = \frac{c_a s^2 + c_v s + c_p}{s^3 + c_a s^2 + c_v s + c_p} \quad (1.9)$$

Parametri regulatorja PID, vključenega v regulacijsko zanko z zaprto povratno zvezo, položaja  $c_p$ , hitrosti  $c_v$  in pospeška  $c_a$ , morajo biti izbrani tako, da zadoščajo kriteriju za stabilnost. Zato mora prenosna funkcija sistema  $H(s)$  zadoščati pogoju, da je  $\|H(j\omega)\| < 1$  za vsak  $\omega$ . Da se prepreči nihanje samega modela preko največje vrednosti, pa mora obstajati odziv sistema  $h(t) > 0$  za vse  $t > 0$ .

## 7 Izdelava dinamičnega modela s programskim orodjem Simulink

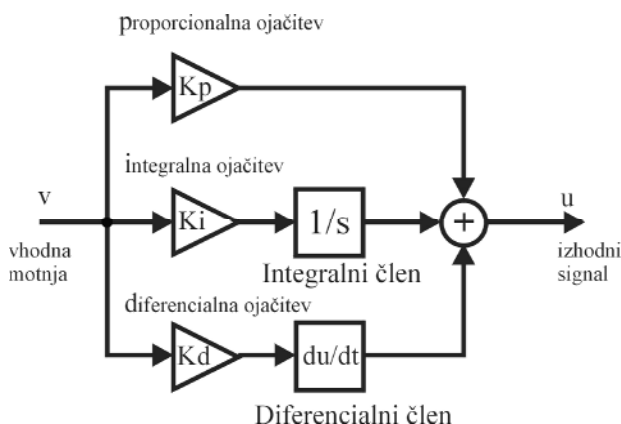
Za ugotavljanje lastnosti dinamičnega modela sledenja dvojice vozil v prometnem toku smo uporabili programski orodji Matlab [13] in odgovarjajoči Simulink [14].



Slika 4: Blokovna shema modela za motnjo v vožnji vodečega vozila (pidgps.m)

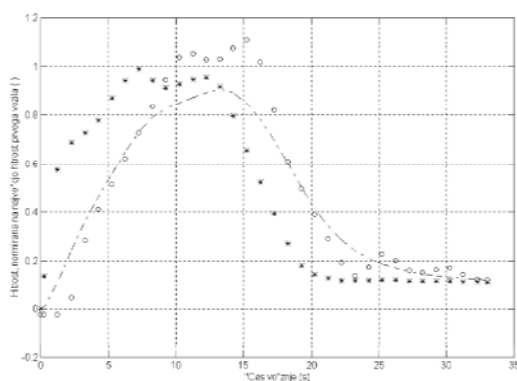
Figure 4: Block diagram of the lead-vehicle drive-disturbance model (pidgps.m).

V Simulinku je bil programiran model sledenja dveh vozil v programu pidgps.m (slika 4) kot regulator PID, vključen v regulacijsko zanko s povratno zvezo (slika 5) [15]. V programu pidgps.m se parametri regulatorja nastavljajo ročno. Čas trajanja posameznega prehodnega pojava je 32 sekund in z najdaljšim korakom simulacije  $\leq 0,5$  sekunde. Program pidgps.m dobiva podatke o nastali motnji ali načinu vožnje vodečega avtomobila iz programa kvadrip.m in temu programu posreduje rezultate simulacije.



Slika 5: Blokovna shema zveznega regulatorja PID  
Figure 5: Block diagram of the linear state PID controller.

Program kvadrip.m pobira podatke iz datotek \*.mat z izmerjenimi in normiranimi podatki za posamezno vozilo in za posamezen prehodni pojav. Podatke o hitrosti vodečega vozila posreduje tudi programu pidgps.m, od katerega dobiva rezultate simulacije. Rezultate simulacije program izpisuje v ukazno okno Matlab in iz njih računa vsoto kvadratov razlik med izmerjenimi rezultati in rezultati simulacije za sprejembo hitrosti zasledujočega vozila. Za merilo uspešne simulacije je bila vzeta najmanjša vsota kvadratov razlik  $\Sigma \Delta^2$  (slika 6).



Slika 6: Rezultat simulacije (-.-.-) tretje motnje  
Figure 6: Simulation result (-.-.-) for the third disturbance.

Najprimernejše območje določanja koeficientov integralne ojačitve ali koeficienta poti  $K_p$ , in koeficientov diferencialne ojačitve ali koeficienta pospeška  $K_d$  regulatorja PID je bilo določeno na podlagi predhodnih simulacij med vrednostjo 0,0 in 1,0. V tem območju je bil regulacijski sistem stabilen in vsota kvadratov razlik je dosegala najmanjše vrednosti. Najustreznejši uporabljen korak je bil 0,1. Prav tako je

bilo na podlagi predhodnih simulacij ugotovljeno, da je proporcionalna ojačitev ali koeficient hitrosti  $K_p = 0,001$  enaka za vse obravnavane prehodne pojave.

S pomočjo simulacije regulatorja PID v zaključeni povratni zanki so določeni koeficiente  $K_i$  in  $K_d$  za prvega in drugega voznika. Iz poznanih lastnosti regulatorja PID se lahko ugotovita hitrost reakcije in način sledenja posameznega voznika v realnem prometnem toku. Tako je voznik W hitrejši od voznika Z po reakcijah, ker je njegov faktor  $K_i$  manjši. Prav tako njegov manjši faktor  $K_d$  dokazuje, da bolje sledi spremembam v prometnem toku.

## 8 Rezultati

Na podlagi rezultatov te raziskave se lahko postavljeni model in simulacija sledenja dvojice vozil v prometnem toku s pomočjo regulatorja PID v zaprti regulacijski zanki uporablja za dva osnovna namena.

1. Preverjajo se rezultati meritev sledenja dvojice vozil v prometnem toku za različne voznike in pri istih meritvah se preverjajo rezultati z različno frekvenco merjenja pozicije in različno motnjo v prometnem toku.
2. Ugotavljajo se lastnosti posameznih voznikov in razlikujejo vozniki med seboj po njihovih vozniških sposobnostih na podlagi dinamičnih meritev v realnem prometnem toku.

Namen meritev in postavitve uspešnih matematičnih modelov prometnega toka na mikroskopski ravni je povečati varnost in zanesljivost potovanj posameznega vozila in čim bolj razbremeniti voznika s pomočjo avtomatizacije upravljanja avtomobila. Do uspešne oblike take avtomatizacije pa bo prišlo le z nadaljnjim dopolnjevanjem matematičnega modela dvojice vozil v prometnem toku z rezultati natančnejših meritev, s poenostavitvijo merjenja voznih lastnosti posameznega voznika in proučitev zanesljivosti komponent signalno-varnostnih sistemov, vgrajenih v vozila.

## 9 Literatura

- [1] R. Čop, *Load tracking in road transport*. Zagreb: Promet, 2002, vol.14, no.5, p.231-235. ISSN 0353-5320.
- [2] D. C. Gazis, *Traffic Theory*. International Series in Operations Research & Management Science, 50. Boston: Kluwer Academic, 2002. ISBN: 1402070950.
- [3] *Automotive collision avoidance system: Field operational test*. Warning Cue Implementation Summary Report. DOT HS 809-462. Washington (US): Department of Transportation: National Highway Traffic Safety Administration, May 2002.

- [4] J. D. Colyar, An empirical study of the relationships between macroscopic traffic parameters and vehicle emissions. Master Thesis. Raleigh (US): Graduate Faculty of North Carolina State University, 2001.
- [5] Run-off-road collision avoidance using IVHS countermeasures. Final report DOT HS 809-170. Washington (US): Department of Transportation: National Highway Traffic Safety Administration, December 1999.
- [6] Driver distraction with wireless telecommunications and route guidance systems. DOT HS 809-069. Washington (US): Department of Transportation: National Highway Traffic Safety Administration, July 2000.
- [7] H. Rakha, M. Van Aerde, Genesis modeling evaluation. Mclean (VA, USA): Booz-Allen & Hamilton, April 1996.
- [8] B. Zhu, Potential effects on accidents from forward collision warning/avoidance system. Master Thesis. International Master Program on Traffic Environment and Safety Management INT. Norrköping (S): Linköping University, 2001.
- [9] R. W. Rothery, Car following models. Traffic Flow Theory: A State of the Art Report: Chapter 4. McLean (USA.): U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Turner-Fairbank Highway Research Center, 1997.
- [10] M. Bando et al, Dynamic model of traffic congestion and numerical simulation. Physical Review E, February 1995, vol. 51, no.2, p.1035-1042.
- [11] A. M. Agogino et al, Aggregation of direct and indirect positioning sensors for vehicle guidance. Final Report. PATH Project MOU-322. Berkeley (US): University of California, May 31, 2000. ISSN 1055-1425.
- [12] D. Godbole, D. Lygeros, Longitudinal control on the lead car of a platoon. PATH TECH MEMO 93-7. Berkeley (US): University of California, 1993.
- [13] Control system toolbox for use with MATLAB. Natick (US): The MathWorks, Inc., November 2000.
- [14] Simulink: Model-based and system-based design: Using Simulink. Natick (US): The MathWorks, Inc., November 1990.
- [15] J. B. Dabney, T. L. Harman, Mastering Simulink 4. Upper Saddle River (US): Prentice Hall, 2001. ISBN 0130170852.

**Rudi Čop** je diplomiral leta 1974 na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani. Kot pripravnik je sodeloval v investicijski skupini Soških elektrarn v Ljubljani in je bil zaposlen kot projektant na Invest Biroju v Kopru. Preden se je zaposlil na Višji pomorski in prometni šoli v Piranu, je bil učitelj strokovnih predmetov na Srednji pomorski in prometni šoli v Piranu. Magistriral je leta 1986 na Univerzi v Mariboru, VTO Elektrotehnika, računalništvo in informatika. Doktoriral je leta 2003 na Fakulteti za pomorstvo in promet v Portorožu. V tej ustanovi je bil izvoljen za docenta s področja elektrotehnike v prometu. Leta 2004 je doktoriral še na Fakultetu elektrotehnike i računarstva v Zagrebu. Področje njegovega dela so elektronske navigacijske naprave, ultrazvok in obdelava signalov.

**Franč Dimc** je diplomiral leta 1993 in magistriral leta 1996 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Zaposlen je na Fakulteti za pomorstvo in promet. Leta 1997 je bil izvoljen v naziv asistenta za področje elektrotehnike. Ukvarja se z uporabnostjo sprejemnikov GPS v prometu in merilnimi tehnikami na področju magnetike.

**Dejan Paliska** je diplomiral leta 1996, magistriral leta 2000 in doktoriral leta 2005 na Fakulteti za pomorstvo in promet Univerze v Ljubljani. Zaposlen je na Fakulteti za pomorstvo in promet kot višji predavatelj. Ukvarja se s proučevanjem interakcij med prometom in prostorom in zanesljivosti transportnih sistemov.