

EKSPERIMENTALNA PROVERA UREĐAJA ZA MERENJE IZ VOZILA

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF MEASURING DEVICES FROM THE VEHICLE

Prof.dr Ištvan Bodolo, dipl.inž.saobr.¹; Bojan Stevanović, dipl.inž.saobr.²; Zoltan-Filip Bodolo, stud.mast.³;

XXI Simpozijum
"Veštačenje saobraćajnih nezgoda
i prevare u osiguranju"

Rezime: U novije vreme postale su široko pristupačne jeftine kamere za praćenje odvijanja saobraćaja za vozila. Mogu biti sastavni deo opreme vozila ili plod naknadne ugradnje. Uobičajene karakteristike su memorisanje: putanje ispred, iza vozila ili okruženja od 360°; memorisanje lokacije putem veze sa GPS satelitima, merenje brzine i upotrebom tzv. "G" senzora merenja i prikaz promene brzina po osama koordinatnog sistema. Rad se bavi proverom preciznosti dve nasumično izabrane kamere u cilju razvoja metoda za komparaciju i validaciju njihove upotrebe u pravosudnim postupcima.

KLJUČNE REČI: AKCELEROMETAR, XL METER, UBRZANJE, USPORENJE, TRUECAM A7S; MIO C570

Abstract: In recent years, low-cost vehicle traffic cameras have become widely available. They can be an integral part of the vehicle's equipment or the result of retrofitting. Common features are memorizing: paths in front of, behind the vehicle or surroundings from 360°; location memorization through connection with GPS satellites, speed measurement and using the so-called "G" sensor, measurement and display of speed changes along the axes of the coordinate system. The paper deals with checking the accuracy of two randomly selected cameras in order to develop methods for comparison and validation of their use in judicial procedures.

KEY WORDS: ACCELEROMETER, XL METER, ACCELERATION, DECELERATION, TRUECAM A7S; MIO C570

¹ Institut za forenziku i projektovanje , Novi Sad, ibodolo@vestacenja.co.rs

² bojan.stevanovic@yahoo.com

³ Institut za forenziku i projektovanje , Novi Sad, ibodolo@vestacenja.co.rs

1. UVOD

Brzina i promena brzina (ubrzanje i usporenje) su veoma važne veličine za čije izračunavanje se koriste razne metode. Najčešće su to metode čiji rezultat su procene, od puke procene, preko tablično usvojenih podataka, do kinematičkih ili dinamičkih jednačina.

Za razliku od uobičajenih metoda, digitalizacija pruža nove mogućnosti, od kojih treba istaći video zapise, pa sve do veoma savremenih metoda koje su komercijalno razvijene i pravno regulisane (EU direktive), te se čekaju zakonski rokovi (CDR –EDR).

U novije vreme sve je masovnija ugradnja aplikacija, koje karakteristike kretanja vozila prikazuju numerički i pomoću dijagrama, sa uvidom u diskretne podatke u realnom vremenu, kao i u memorisane podatke. Moguć je i uvid u meta-podatke koji se koriste za diskretne i dijagramske prikaze.

U širokoj upotrebi su i eksterne kamere, koje na veoma ubedljiv način istovremeno prikazuju dijagrame brzina i ubrzanja, video zapis kretanja vozila i GPS šeme lokacije sa koordinatama.



Slika 1 - Displej podataka kamere Mio C570

2. PROBLEM

Hronološki, kamere u vozilima su u početku memorisale video zapis kretanja i zvuk, a u novije vreme su složenije i daju lokaciju, realno vreme, koordinate i prikazuju brzine i promene brzina u sve tri ose.

Zapisi su jasni i sadrže podatke koji se uobičajeno izračunavaju u saobraćajno-tehničkim veštačenjima, pa se mogu očekivati nalazi u kojima bi se za izračunavanje brzina i drugih karakteristika kretanja koristili raspoloživi podaci.

3. CILJ

Cilj rada je analiza tačnosti i upotrebljivosti dostupnih podataka u analizama saobraćajnih nezgoda. Cilj je i analiza mogućnosti i načina obrade raspoloživih podataka (metodološki pristup analizi i vrednovanju podataka - rezultata).

4. HIPOTEZA

Meta-podaci koji su dostupni- nisu operativno upotrebljivi. Obrađuju ih odgovarajući softveri koji pružaju razumljive diskretne podatke, a koje prikazuju i u vidu kontinualnih funkcija (brzine i ubrzanja). Teorijski gledano, svaki diskretan podatak koji je izmeren i prikazan na displeju je tzv. "približan broj" koji se razlikuje od tačne vrednosti koja nije poznata. I tačan broj je "približan broj" jer nije poznato da li je i on tačan. Za "tačan broj" je korišćen kalibrisan merni uređaj- akcelerometar XL Meter-pro.

Reč je o uređaju koji se nalazi u širokoj upotrebi u većini Evropskih policija, a koristi se i za potrebe tehničkih pregleda (traktori,...).

Uređaji koji su predmet merenja i validacije su kamere:

- Mio C570
- TrueCam A7S



Slika 2 - Merni uređaj i kamere

Hipoteza je da su kamerama izmereni podaci brzine, ubrzanja i usporenja tačni, odnosno da su prihvatljivo tačni, te da se izračunaju granice tačnosti.

5. MERNI UREĐAJ XL METER-PRO

Uređaj je podešen na mernu frekvenciju 200Hz, što znači da je učestalost diskretnih izmerenih podataka na svakih 5 milisekundi (ms).

Preciznost podataka je $0,002\text{m/s}^2$, a dijapazon za sve tri ose $\pm 20\text{m/s}^2$.

Usporenje meri prema standardu ECE R13 – tzv. MFDD (Mean Full Developed Deceleration – Srednje potpuno razvijeno usporenje), odnosno :

$$MFDD = \frac{V_b^2 - V_e^2}{25,92(S_e - S_b)} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

Gde je :

V_0 - POČETNA BRZINA VOZILA (KM/H)

V_B - BRZINA VOZILA PRI $0,8 V_0$ (KM/H)

V_E - BRZINA VOZILA PRI $0,1 V_0$ (KM/H)

S_B –UDALJENOST IZMEĐU V_0 I V_B U METRIMA

S_E –UDALJENOST IZMEĐU V_0 I V_B U METRIMA

U skladu sa ECE R13 normom, preciznost merenja je $\pm 3\%$, a XL Meter-pro meri sa preciznosti:

$$+9,7\text{m/s}^2 \leq a \leq +9,9\text{m/s}^2$$

6. KAMERE MIO C570 I TRUECAM A7S

Uređaji kamera su u vezi sa GPS satelitima i opremljene su tzv. "G" sensorima.

Uobičajeno, G senzori se nazivaju akcelerometrima i u upotrebi su i u mobilnim telefonima, mašinama, građevinama i drugo i namenjeni su za identifikaciju iznenadne promene smera vozila, kao i nagla kočenja, ubrzanja, impulsne promene brzina (sudare), vibracije, udaljenosti i brzina.

7. MERENJE

Izvršeno je jedno merenje naglim ubrzanjem i forsiranim kočenjem na pravcu, kojom prilikom su sva tri uređaja memorisala podatke (vidi sliku 2).

7.1. Rezultati mernog uređaja XL Meter-pro

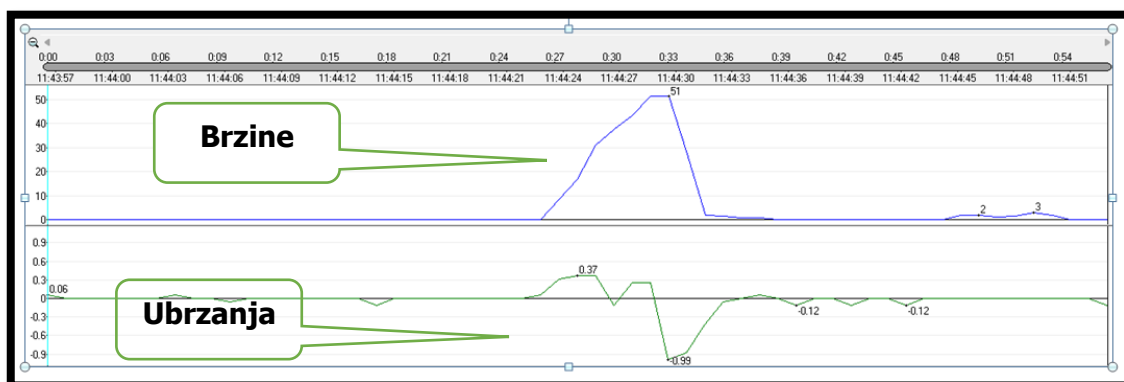
Sledi prikaz dijagrama uzdužnog i poprečnog ubrzanja, brzina i puta u funkciji vremena. Pri tome, u skladu sa ECE R13 standardom izračunati su sledeći podaci:

- Kočioni put $S_0=18,46\text{m}$
- Početna brzina $V_0=56,23\text{km/h}$
- Vreme kočenja $T_{br}=2,28\text{s}$
- MFDD= $7,27\text{m/s}^2$



Slika 3 - Dijagram "tačnih" podataka

7.2. Rezultati kamere Mio C570



Slika 4 - Izmereni podaci Mio C570

Najveća trenutna izmerena brzina je iznosila 51km/h.

Najveće trenutno ubrzanje je izmereno $0,37g=3,63m/s^2$ što je na nivou tehničkih mogućnosti mernog vozila Citroen Xsara Picasso 1,5 l.

Najveće trenutno usporenje je izmereno $0,99g=9,71m/s^2$ koje tehnički nije moguće za konkretno merno vozilo.

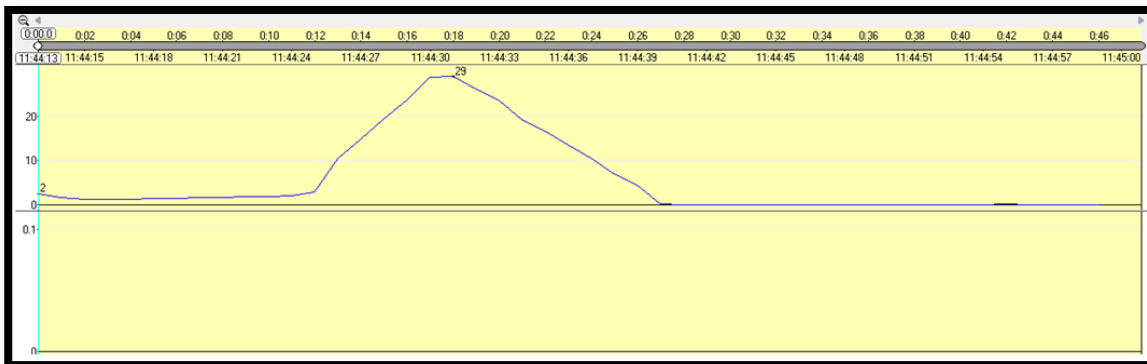
7.3. Rezultati kamere TrueCam A7S

Najveća izmerena trenutna brzina je iznosila 29km/h. Tokom kretanja vozila brzine u realnom vremenu su očigledno nerealno izmerene i ni po jednom osnovu nisu odgovarale stvarnom stanju stvari.

Kamera nije pokazala podatke o izmerenim ubrzanjima što nije od značaja jer se promene brzina mogu grafički diferencirati i na taj način kreirati odgovarajući dijagram.

Međutim, to ne bi bio realan podatak jer je njegova osnova očigledno netačna.

Zbog toga dalji rad na analizi podataka predmetne kamere neće biti nastavljen.

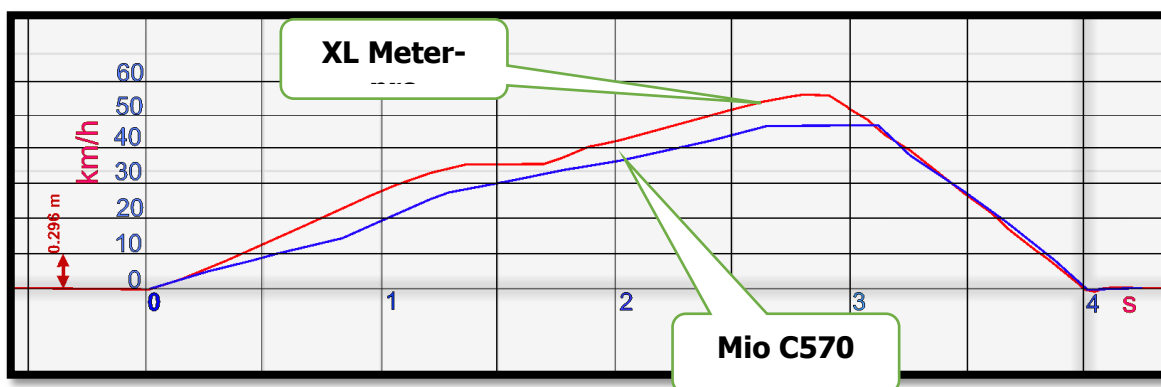


Slika 5 - Izmereni podaci TrueCam A7S

8. ANALIZA IZMERENIH BRZINA U ODNOSU NA STVARNE (TAČNE)

Budući da su podaci mernog uređaja i ispitne kamere prikazane u različitim formatima izvršeno je digitalno isecanje odgovarajućih delova dijagrama se su podaci po apscisi i ordinati dovedeni u isti korak podeoka da bi nakon toga bilo preklopljeni.

Na slici 6 gornja linija (crveno) je dijagram brzine mernog uređaja XL Meter-pro, koji se smatra tačnim i koji će poslužiti kao etalon za poređenje izmerenih podataka kamere (plavo).



Slika 6 - Dijagrami brzina u funkciji vremena

| t (s) | V tačno km/h | V izmereno Km/h | ΔV Apsolutna greška |
|-------|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 12,5 | 8,6 | 3,9 |
| 1 | 28,2 | 19,6 | 8,6 |
| 1,5 | 35,8 | 30,3 | 5,5 |
| 2 | 42,5 | 36,7 | 5,8 |
| 2,5 | 51,7 | 44,3 | 7,4 |
| 3 | 51,7 | 47 | 4,7 |
| 3,5 | 26,6 | 27,4 | 0,8 |
| 4 | 0 | 0 | 0 |

Najveća **apsolutna** greška intervala je $\Delta V_{\max}=7,4\text{km/h}$

Srednja **apsolutna** greška intervala je $\Delta V_{\max}=5,2\text{km/h}$

Rezultat merenja je $V_{\text{Mio}} < (\text{stvarna vrednost} \pm 7,4)$

Očekivano odstupanje je $V_{\text{Mio}} < (\text{stvarna vrednost} \pm 5,2)$

Zaključak: Kamera Mio C570 generiše podatke koji se prilikom naglih promena režima kretanja očekivano osciliraju $\pm 5,2\text{km/h}$ a najviše $\pm 7,4\text{km/h}$.

Da bi se stekao utisak i stvarnoj veličini greške sledi prikaz relativne apsolutne greške, kao odnosa relativnih grešaka prema srednjoj vrednosti što iznosi:

$$\delta < \frac{\Delta V}{V_{sr}} 100 = \frac{7,4}{30,6} 100 = 24,2\% \text{ odnosno } 17\%$$

ukoliko se računa srednja vrednost relativnih grešaka

Pri tome, standardno odstupanje bi iznosilo:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_1^n \Delta V^2} = 6,2 \text{ km/h}$$

9. ZAKLJUČAK

U stacionarnim režimima rada pogonskog agregata, **kada su brzine konstantne**, i računaju se pomoću GPS rastera, dobro se slažu sa stvarnim, te bi se one mogle koristiti u saobraćajno tehničkim veštačenjima. Što je u vremenu duža jednolika brzina veća je pretpostavka njene tačnosti.

Međutim, izmerene (prikazane) brzine, **u vreme promena brzina**, koristeći se podacima G senzora, ne daju tačne rezultate i ne bi se mogle koristiti u saobraćajno tehničkim veštačenjima.

Prilikom naglih ubrzanja i naglih i forsiranih kočenja prikazanih na sl. 1 podaci koje daju kamere za snimanje su očigledno tehnički nemogući.

Budući da je urađeno samo jedno merenje sa kamerama dva proizvođača u svakom od slučajeva je neophodna provera rada merenjem i validacijom konkretne kamere.

10. LITERATURA

- [1] https://www.mio.com/en_eeu/mivue-c570
- [2] <https://www.manualscat.com/en/trucam-a7s-manual>