

## ANALIZA PROMETA PRIMJENOM DOBROVOLJNIH GEOINFORMACIJA

Dostupnost i primjena geoinformacija koje prikupljaju dobrovoljci enormno je porasla. Na primjer, broj registriranih korisnika *OpenStreetMapa* (OSM) porastao je od siječnja 2010. do siječnja 2016. od 0,2 na 2,5 milijuna, a broj učitanih točaka puta (*trackpoints*) s jedne na pet milijardi. Prostorni podaci koje prikupljaju i obrađuju dobrovoljci uključeni su u nekoliko geoprostornih platformi za različite namjene (turističke, automobilske, biciklističke i pješачke rute, hitne službe, lokacijske usluge i sl.).

U citiranom radu autori su se fokusirali na dobrovoljno prikupljene podatke o cestovnim tragovima. Cestovni su tragovi jedan od slobodno dostupnih skupova dobrovoljno prikupljenih prostornih podataka na nekoliko platformi i aplikacija. Točke duž tih tragova dobrovoljci prikupljaju GPS-om ili općenitije GNSS-om. Ti su tragovi dobiveni i preneseni u određene aplikacije anonimno, a anonimnost dobrovoljaca mora biti stalno osigurana. Postupak učitavanja i preuzimanja podataka sličan je na svim platformama, tj. uključuje registraciju, selekciju, učitavanje i preuzimanje tragova u formatu GPX.

Služimo li se GNSS tragovima iz dobrovoljno prikupljenih podataka, vrlo je važno pitanje kvalitete podataka. Komponente kvalitete geoinformacija su položajna, tematska i vremenska točnost, logička konzistentnost i cjelovitost. Spomenimo ovdje da je položajna točnost mobilnih GNSS prijamnika 6 do 10 metara u normalnim uvjetima. Te su vrijednosti dovoljno točne za navigacijske aplikacije koje uključuju i algoritme podudaranja s kartom (*map-matching*) koji dobivenu poziciju smještaju na definiranu rutu.

Sigurnost prometa bitno ovisi o ponašanju vozila u prometu. Prometne institucije imaju stoga sustave za otkrivanje tog ponašanja, npr. kamere za registraciju brzine i sl. Ti sustavi bilježe ponašanje vozila u određenoj točki, ali ne i kontinuirano duž ceste. Hipoteza citiranog istraživanja je da dobrovoljno prikupljeni podaci GNSS tragova mogu pružiti kontinuirane informacije o ponašanju vozila u prometu. To nisu samo podaci o brzini kretanja već i podaci o ubrzanju i usporavanju ovisno o vrsti ceste i uvjetima na cesti.

Prema predloženoj metodologiji prvo treba izabrati izvor dobrovoljno prikupljenih geoinformacija, potom preuzeti datoteku u formatu GPX s vremenskim podacima, a koordinate točaka preračunati u ETRS/UTM. Autori predlažu da maksimalna vremenska razlika između susjednih točaka bude 10 sekundi jer bi se pri većoj vremenskoj razlici dobila suviše generalizirana trasa. U sljedećoj fazi spajaju se uzastopni tragovi i otklanjaju duplicirane točke.

Za nastavak rada potreban je skup vektorskih podataka o cestama, također u ETRS/UTM-u. Iz tog skupa treba izdvojiti stringove cesta koje su uključene u istraživanje. Za ceste koje su prikazane samo jednim stringom treba ga duplicirati da bi se dobili odvojeni stringovi za svaki smjer vožnje. Potom se pojedinim točkama dodaju dodatne informacije, npr. ograničenje brzine na tom dijelu ceste dobivene iz odgovarajućih izvornika. U sljedećem koraku provodi se postupak sparivanja (*matching*) GPS tragova s cestovnim stringovima i završetkom tog procesa dobiva se konačan skup podataka spreman za grafičku i statističku analizu.

Sada se iz UTM koordinata, uzimajući u obzir deformacije projekcije, računaju udaljenosti između susjednih točaka tragova i iz vremenskih podataka računa brzina kretanja, ubrzanje i usporavanje. S pomoću cestovnog stringa svakoj točki traga može se dodati dozvoljena brzina na tom dijelu ceste.

Potom se filtriranjem brišu oni tragovi ili točke na tim tragovima u kojima je brzina kretanja izvan raspona minimalne i maksimalne brzine, maksimalnog ubrzanja ili usporavanja i tragovi s manje od minimalnog broja točaka. Minimalnu brzinu treba zadati da bi se isključila vozila koja sporo voze ili su stala na zaustavnoj traci, a maksimalnu brzinu da bi se izdvojila vozila s anomalijским brzinama (*outliers*). Na autocestama taj raspon može iznositi 70–200 km na sat. Autori predlažu da se brišu tragovi s manje od pet točaka, što pri brzini od 120 km na sat iznosi 166 m.

Konačno treba provesti filtriranje na temelju položajne kvalitete podataka i to na razini pojedine točke i traga. Te kontrole provode se s pomoću referentnih stringova koji

garantiraju određenu razinu položajne točnosti. Prvo se računaju euklidske udaljenosti svake točke traga od referentnog stringa. Ako je ta udaljenost veća od određene granične vrijednosti, autori predlažu u ovom slučaju 30 m, točka se izostavlja. Isto tako ako je prosječna udaljenost traga od referentnog stringa veća od 30 m, trag se izostavlja.

Sada su svi podaci spremni da se analizom tragova utvrdi ponašanje vozila u prometu. Primjenom GIS-a ili neke statističke aplikacije treba izračunati prosječne, maksimalne i minimalne brzine. Za grafičku analizu mogu se umetnuti i položaji kamera za kontrolu brzine i neke dodatne informacije.

Predložena metodologija primijenjena je na skup GNSS tragova dobivenih iz *OpenStreetMap*-a. Na mrežnim stranicama OSM-a korisnici mogu preuzeti tragove GPS-a primjenom aplikacije OSM GPS API u formatu GPX. Za potrebe ovog istraživanja izabran je skup od oko 2430 km cesta u Andaluziji odabranih iz Nacionalne cestovne mreže Španjolske. Najveći dio tog skupa podataka sastavljen je od autocesta, djelomično i od autocesta s naplatom cestarine i glavnih cesta.

Za primjenu predložene metodologije sastavljena je aplikacija u JAVA-i. Inicijalni skup podataka činio je 3451 trag i 1 510 426 točaka na tim tragovima. Potom je prema predloženoj metodologiji izvršeno filtriranje podataka. Uključene su i neke dodatne informacije, npr. ograničenja brzina i položaji kamera za kontrolu brzine. Ograničenja brzina na pojedinim dijelovima cesta dobivena su pregledom prometnih znakova u *Google Street Viewu*, a položaji kamera za kontrolu brzina dobiveni su iz OSM-a.

Nakon filtriranja dobiven je skup podataka od 2933 traga i 193 987 točaka. Najveći broj točaka nalazi se na autocestama u pokrajinama Malaga i Granada. Analiza pokazuje da je prosječna brzina u svim točkama tragova niža od prosjeka za ograničenje brzine – ukupno i po vrstama ceste. Međutim, najveće vrijednosti brzine su znatno iznad ograničenja brzine za svaku vrstu ceste (120 km na sat za autoceste i 100 km na sat za glavne ceste). Za svaku vrstu cesta prikazan je u postocima broj vozila koja su premašila dozvoljenu brzinu – ukupno ih je 28%. Raspodjela po pokrajinama pokazuje vrlo promjenjive rezultate tako da nema korelacije između pokrajine i ponašanja vozila.

Napravljena je i analiza brzine kretanja u različito doba dana. Prosječna brzina vrlo varira i veća je od globalne vrijednosti (99,098 km na sat) u intervalima 2–8, 12–14 i 22–24, a znatno niža u intervalima 10–12 i 18–22 sata. U intervalu 22–24 sata u više od 50% točaka brzina je veća od dozvoljene brzine. Neki rezultati analize prikazani su i grafički primjenom QGIS-a.

Rezultati opisanog istraživanja pružaju odgovarajućim vladinim institucijama mnoge važne informacije, npr. identificirani su dijelovi cesta gdje se vozi znatno brže od dozvoljenog, što omogućava tim institucijama uvođenje dodatnih mjera za usporavanje prometa na tim dionicama.

## Literatura

Mozas-Calvache, A. T. (2016): Analysis of behaviour of vehicles using VGI data, *International Journal of Geographical Information Science*, 12, 2486-2505, <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13658816.2016.1181265>, (12. 5. 2017.).

*Nedjeljko Frančula*

## RAČUNALSTVO U OBLAKU BUDUĆNOST JE KARTOGRAFIJE

Računalstvo u oblaku (*cloud computing*) možemo definirati kao uslugu koja nudi neograničene količine diskovnog prostora, procesorske snage, radne memorije i slično onda kada nam je potrebno i koliko nam je potrebno i to tako da mi samostalno kontroliramo alokaciju tih resursa, bilo kroz našu aplikaciju ili pak kroz nekakav portal. Radi se o usluzi gdje više