

UNIVERZITET PRIVREDNA AKADEMIJA



PREDMET: Modelovanje i simulacije u saobraćaju

SEMINARSKI RAD

Tema: *Modelovanje i simulacije saobraćajnih nezgoda*

Profesor:

Prof. dr. Marjan Raisman

Student:

Zoltan-Filip Bodolo MS SA 23/21

Novi Sad, Avgust, 2022

SADRŽAJ

1. Uvod	Error! Bookmark not defined.
2. Problem	3
3. Modelovanje i simulacije	3
4. Problem u analizi saobraćajnih nezgoda	4
4.1. Problem u analizi saobraćajnih nezgoda	4
4.2. Programi za analizu saobraćajnih nezgoda.....	5
4.3. Osnovne funkcije programa za analizu saobraćajnih nezgoda Virtual Crash 4.....	6
4.4. Važnije mogućnosti programa za analizu saobraćajnih nezgoda Virtual Crash 4	6
4.4.1. Simulacija putanje.....	6
4.4.2. Osvetljenje.....	10
4.4.3. Google maps.....	10
4.4.4. Point cloud i modelovanje virtuelne realnosti.....	11
4.4.5. Rektifikacija.....	11
4.5 Modelovanje i simulacija sudara.....	12
5. Zaključak	14
6. Literatura	15

Modelovanje i simulacije saobraćajnih nezgoda

1. Uvod

Saobraćaj je multidisciplinarna delatnost u kojoj se susiće veliki broj pojedinačnih disciplina. Po delatnostima, često je to ogroman broj prostih podataka (poput podataka iz obavljanja transporta) do veoma složenih proračuna. diskretnim podacima).

Da bi se poslovi obavljali na optimalan način, neophodno je poznavanje rezultata analize mnogobrojnih podataka, često u realnom vremenu jer je to uslov dobrog upravljanja i prognoze rada poslovnih sistema.

Unazad nekoliko decenija, postojeća praksa je bila praćenje selektivnog broja (minimalan broj) podataka i manualna analiza podataka i procesa.

Razvoj nauke a posebno tehnološki razvoj omogućio je nastanak niza novih delatnosti a digitalizacija je omogućila nove načine rada u svim oblastima.

Danas ne postoji oblast, ne samo u saobraćaju koja nije zahvaćena masovnom difuzijom digitalizacije koja je osnov primene novih metoda rada.

2. Problem

Analogna obrada, analiza i prognoza podataka u saobraćaju je ograničena na prikupljanje i praćenje minimalnog broja podataka koji se nakon toga manualno obrađuju i koriste za potrebe poslovnih sistema ili u stručne i naučne svrhe.

Manualni rad je podložan greškama, dugo traje i najčešće se ne može delotvorno koristiti u planiranju i efikasnom upravljanju sistema.

Kompjuteri i razvijeni programi, realizacija beskontaktnog skupljanja podataka, upotreba GPS tehnologije omogućili su masovno skupljanje i analizu podataka u realnom vremenu.

Poznavanje analiziranih procesa i njihovo matematičko kodiranje omogućilo je efikasno upravljanje i prognozu ne samo u radnim nego i projektantskim i naučnim poslovima.

3. Modelovanje i simulacije

Simulacija je oponašanje rada procesa. Simulaciju je moguće raditi i bez računarske tehnike ali bi u tom slučaju ona trajala neprihvatljivo dugo (1).

Da bi se bilo koja simulacija efikasno koristila, prvo je neophodno poznavanje parametara i tokova procesa (u vremenu) i na osnovu toga sačiniti celoviti algoritam što je uvod u kompjutersko programiranje.

Modelovanje je logička obrada funkcije više uticajnih parametara koji u vremenu, prostoru ili bilo kom drugom entitetu utiču jedni na druge.

Modelovanje ne mora biti komplikovano, katkad se može raditi i u Excelu a može biti i veoma složeno sa obimnim programskim paketima koju su rezultat višegodišnjeg rada brojnih stručnih timova.

Simulacija je rad računara sa modelima koji su programirani.

Zavisno od modela, rezultati mogu biti potpuno tačni (npr. Simulatori leta u zrakoplovstvu, novčanih tokova u ekonomiji, simulacija saobraćajnih nezgoda...) do veoma tačnih (simulacije proizvodnih procesa, masovnog opsluživanja, saobraćajnih tokova...) do prihvatljivo tačnih (simulacije u meteorologiji ...) do veoma malo tačnih (simulacije zemljotresa, berzanske prognoze i sl.).

Modeli u saobraćaju su obično bazirani na diskretnim veličinama (vreme, prostor, novac, komad, brzina, litra...) a simulacije su:

- Determinističke (ciklus rada npr semafora u vremenu)
- Statističke (opterećenje saobraćajnica u vremenu (Poissonova raspodela i sl.))
- Funkcionalne (Predstavljanje rezultata u funkciji promenljivih veličina)

4. Simulacije saobraćajnih nezgoda u drumskom saobraćaju

4.1 Problem u analizi saobraćajnih nezgoda

Kada se dogodi saobraćajna nezgoda, sačinjava se zapisnik o Uviđaju ili se popunjava Evropski izveštaj o saobraćajnoj nezgodi (beskorisna za analizu) (2)

Zapisnik o Uviđaju je osnov za analizu saobraćajnih nezgoda i od njegovog kvaliteta i tačnosti zavisi i kvalitet same analize.

Unazad nekoliko decenija saobraćajne nezgode su se, a i danas se analiziraju kinematičkim jednačinama i aritmetičkim obrascima.

Veoma retko se koriste složeniji i verodostojniji modeli, poput Zakona o količini kretanja ili Zakona o održanju kinetičke energije i sl.

Centralno mesto u svakoj analizi saobraćajne nezgode je tačno izračunavanje brzina kretanja u trenutku sudara kao i nekoliko sekundi pre sudara. Neretko, uprkos rečenom, brzine se ne računaju nego procenjuju, što da je nepouzdanost i netačne podatke (3)

Rezultati takvih računanja se prezentuju u pisanoj formi pa su nejasni a analize neproverljive, poput velikog broja rečenica sledećeg tipa:

Opis svih tragova poput taksativnog nabiranja:

- "Trag kočenja prednjeg levog točka počinje na 3,2m od OT i na 1,1m levo od OP"

Da bi se analize završavale sa opisom kretanja vozila poput:

- "Vozač Fiata je reagovao na kočenje 23,5m ispre OT, kada se kretao brzinom od 72,3km/h i vozilo je počelo sa ocrtavanjem tragova kočenja na 3,2m od OT, da bi se sudario sa Opelom na 25,2 m od OP pri brzini od 45,6km/h. Kada je reagovao, Opel se nalazio na..... i nastavak niza neupotrebljivih a najpre neshvatljivih i nepamtljivih podataka"

Analize obično nisu podržane vizuelnim dokazima i prezentacijom kretanja niti uzastopnim položajima vozila niti vizuelnim prikazima kretanja učesnika pa su nejasni, lišeni mogućnosti pravilnog shvatanja situacije.

4.2 Programi za analizu saobraćajnih nezgoda

Poslednjih 20-25 godina u Evropi su u upotrebi programi za analizu saobraćajnih nezgoda:

- Carat 3 i 4 (obustavljen razvoj)
- PC Crash
- Analizer pro
- Virtual Crash
- Brojni programi kojima se rešavaju parcijalni problemi

Dobre strane programa:

- Jasan vremenski i prostorni prikaz iz biranih položaja u prostoru
- Brz prikaz
- Tačnost
- Proverljivost
- Veoma dobar prikaz dinamike kretanja vozila nakon sudara i vremensko prostorne analize
- Jasni dijagramski prikazi svih promenljivih u vremenu i prostoru
- Sporiji rad koji produžava vreme analize što dovodi do detaljnijeg uvida u procese koji se simuliraju

4.3 Osnovne funkcije programa za analizu saobraćajnih nezgoda Virtual Crash 4

Program omogućava rad u dinamičkom i kinematičkom modu. (4)

- Dinamički mod uzima u obzir realne parametre dinamike (mase, podloga, adhezija...)
- Kinematički mod uzima u obzir zadate parametre (putanje, usporenja, ubrzanja, brzine...)

Računanje i prikazi sudara, putanja nakon sudara i pre sudara može da se izvede metodama unapred i unazad:

Metode "unapred" se mogu kreirati putem dinamičkog moda i obično se koriste za analizu kretanja i putanja vozila

Metode "unazad" se mogu koristiti za prikaz vremensko prostornih analiza.

Simulacija pri upotrebi programa za analizu saobraćajnih nezgoda se očituje u metodi pokušaja i pogreški kada se višestrukim pokušajima situacija dovodi u saglasje sa tragovima dokumentovanim u zapisniku o Uviđaju.

4.4 Važnije mogućnosti programa za analizu saobraćajnih nezgoda Virtual Crash 4

Svrha simulacionih programa je veran prikaz ne samo sudarnog procesa nego i brojnih okolnosti koje je praksa nametnula i oni predstavljaju zasebne simulacione programe unutar paketa (potprogrami) poput npr.

- Animacija putanje
- Osvetljenje
- Google mapa
- Point Cloud i 3D Virtuelna realnost
- Krivolinijska podloga, rad semafora i brojne druge funkcije

4.4.1 Simulacija putanje:

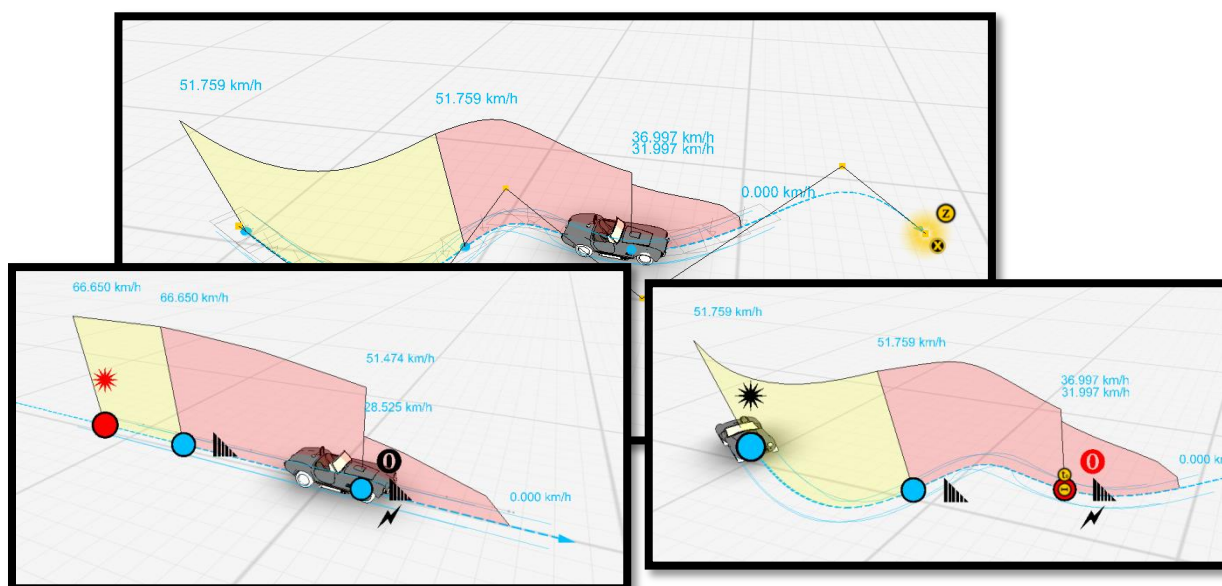
Animacija je prikaz 2D ili 3D sekvenci koje se ređaju u kratkom vremenskom intervalu, tako da stvaraju osećaj pokreta,

Kreiranje unapred zadate putanje vozila, bazirano je na dinamičkim parametrima. Vozilo se za zadatu brzinu, adheziju i kreiranu konfiguraciju podloge i ostale zadate parametre, kreće po zadatoj putanji, osim u slučaju kada je to protivno zadatim zakonima fizike.

Opcija omogućava kreiranje putanje sa inicijalne četiri faze (reakcija, kočenje, sudar, usporenje do zaustavljanja sa uvek istim podacima nevezanim za situaciju koja se analizira).

Putanja može biti proizvoljno duga bez obzira na žuto-crvenu vertikalnu zavesu koja kvantifikuje brzinu i ilustruje karakteristike kretanja.

Opcija omogućava klizanje vozila sa iscrtanim fazama duž kreiranje putanje, kao i van nje.



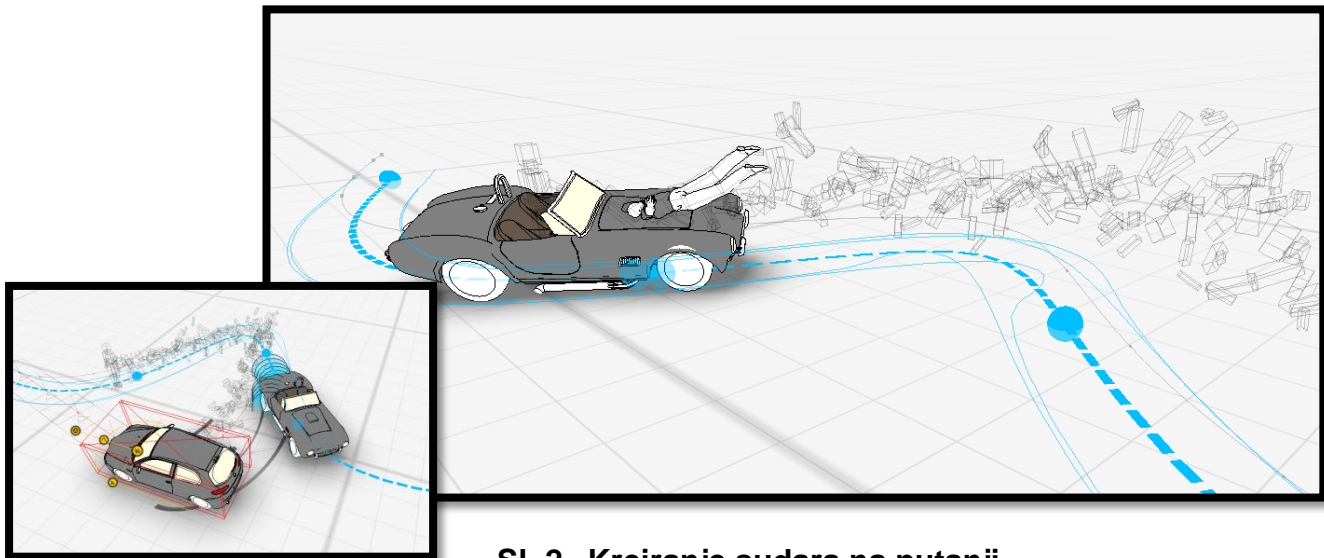
SI. 1 - Kreiranje putanje

Opcija omogućava klizanje vozila sa iscrtanim fazama duž kreiranje putanje, kao i van nje.

Aktiviranjem svakog od prikazanih simbola kreira se put, ubrzanje i pad brzine usled sudara, što se dovodi u vezu sa konkretnim primenom koji se analizira. Odnosno, ukoliko postoji više faza, više usporenja, više sudara i dr. U skladu sa time, nevezano od konkretnih parametara brzina i puta kreiraju se nove faze.

Tokom rada naizmenično se može kreirati putanja vozila predmetnom opcijom ali i dinamikom pomoću opcije zamrzavanja vozila, ali se kreirana putanja neće menjati.

Pri tome, kreiranjem prepreka (vozila, pešaci, drvo...) ta se tela ponašaju poput sudarenih, ali se brzina vozila čija se putanja kreirala neće menjati, osim ako mesto sudara nije postavljeno na ono za koje je kreiran pad impulsni pad brzine, koji međutim nije računat nego zadat (t_0). Ukoliko se prepreka kreće. Tada je reč o simulaciji metodom "unapred".

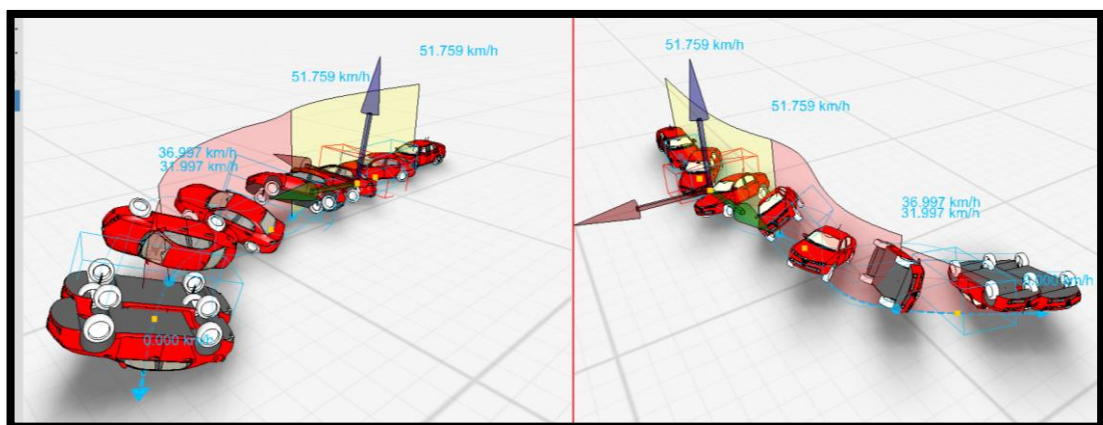


Sl. 2 - Kreiranje sudara na putanji

Ova opcija omogućava ono što dosadašnje verzije nisu omogućavale.

Reč je o prikazu doslednog kretanja vozila na osnovu tragova, koje se može grančiti sa ekstremnim i neverovatnim putanjama kretanja. To važi za slučajeve kada materijalni tragovi omogućuju da se kretanje nedvosmisleno može spoznati na temelju dokumentovanih tragova, ali se u dinamičkom delu programa ne može uspešno i tačno rekonstruisati dosadašnjim simulacionim metodama.

Duž kreirane putanje, definisanjem karakterističnih faza moguće postavljanje vozila u željene položaje po sve tri ose i po svim rotacijama.



Sl. 3 - Kreiranje putanje

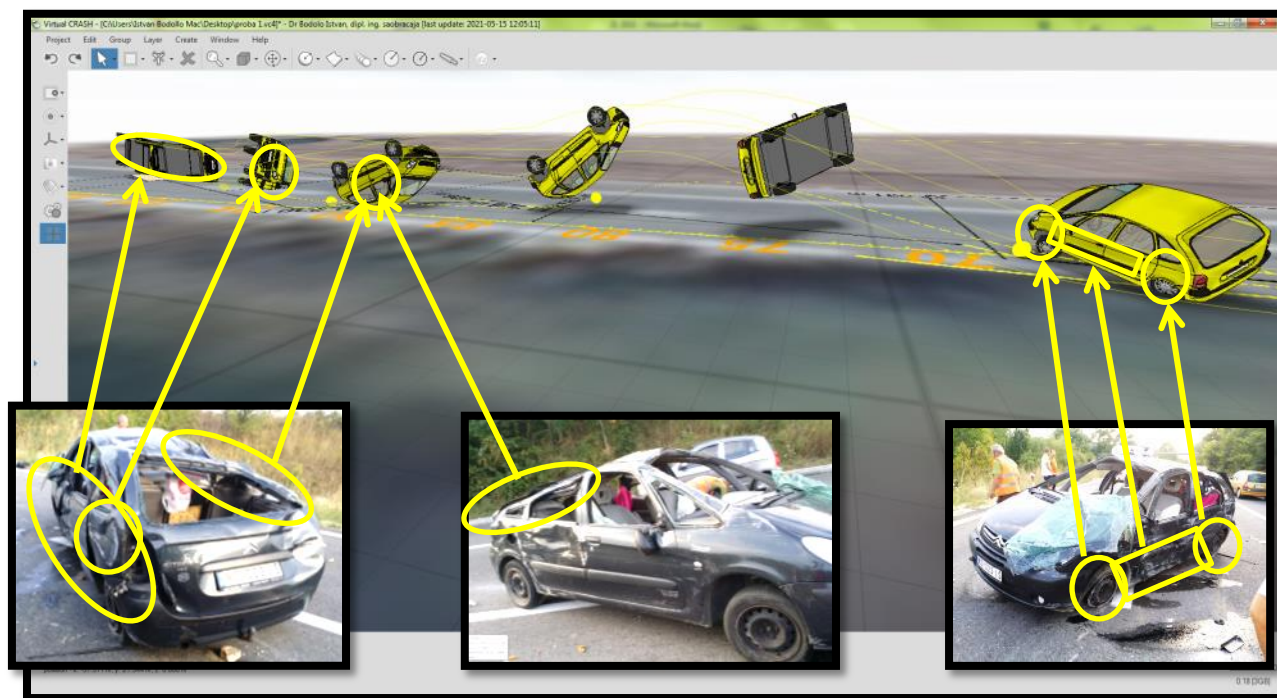
Primer 1:

Slučaj je hteo da je reč o ličnom vozilu koje se 08 avgusta 2016 godine prevrnulo kod mesta Katlanovo, u Makedoniji (5).

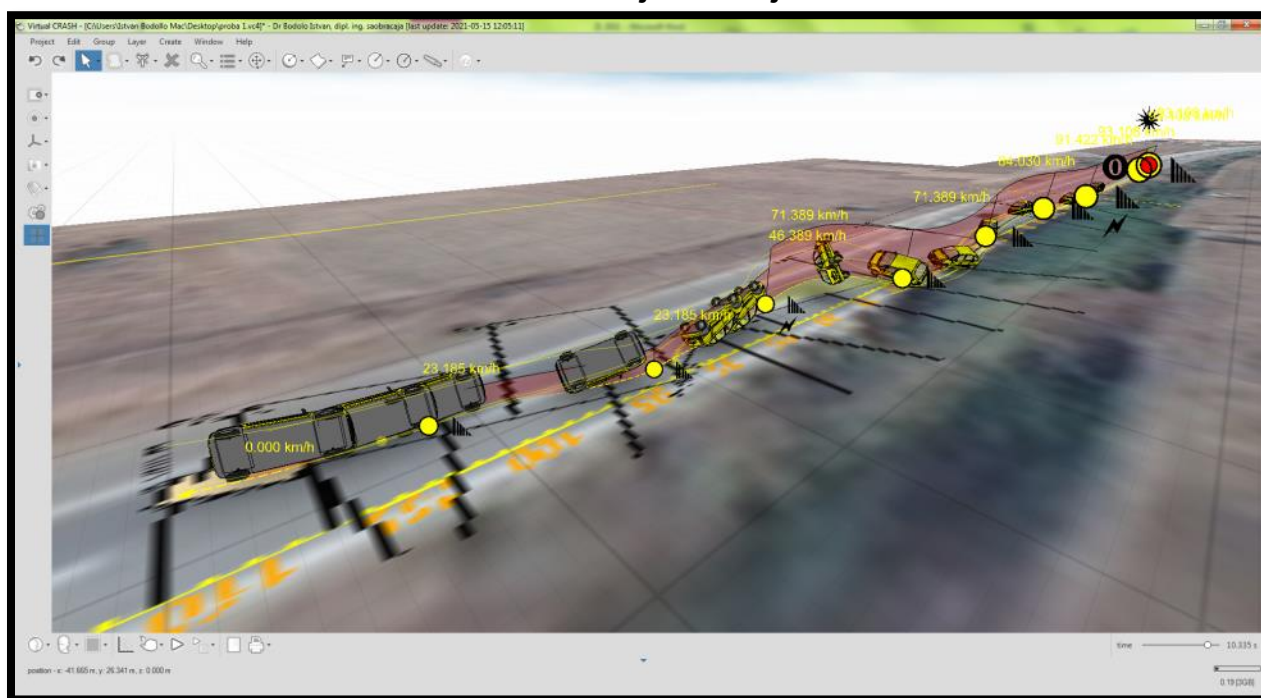
Vozilo je bilo opremljeno kamerom. Nakon pribavljanja skice lica mesta i obavljenog fotografisanja izvršena je simulacija opcije o kojoj je reč i istovremeno i validacija valjanosti ovog potprograma.

Na osnovu video snimka, uz upotrebu Google Earth i Google Street aplikacije, Citroen se kretao brzinom od 93,5 km/h kada je prednjim levim točkovima prvi put sišao sa kolovoza.

Na osnovu video snimka, tragova koji su dokumentovani i nastalih oštećenja na vozilu, upotrebom prikazanog potprograma sledi prikaz simulacije dinamike kretanja vozila.



Sl. 4 - Simulacija kretanja

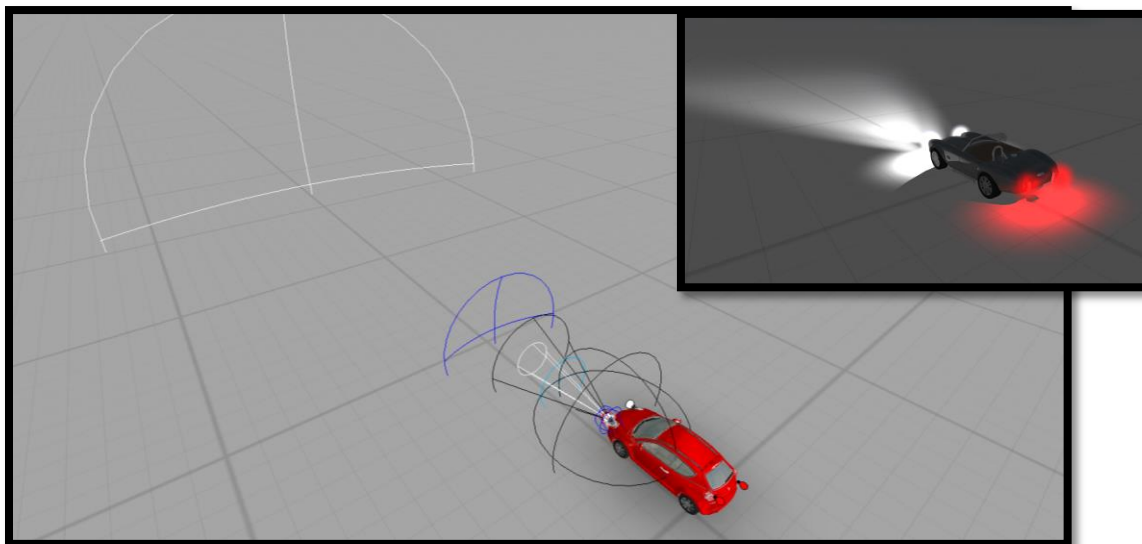


Sl. 5 - Simulacija kretanja

4.4.2 Osvetljenje

Razvijen je potprogram kojim se kreira snop svetala vozila. Moguće je kreiranje astronomskog osvetljenja kao i snopa svetala svakog fara posebno po intenzitetu svetla, formi u prostoru i na podlozi. (4)

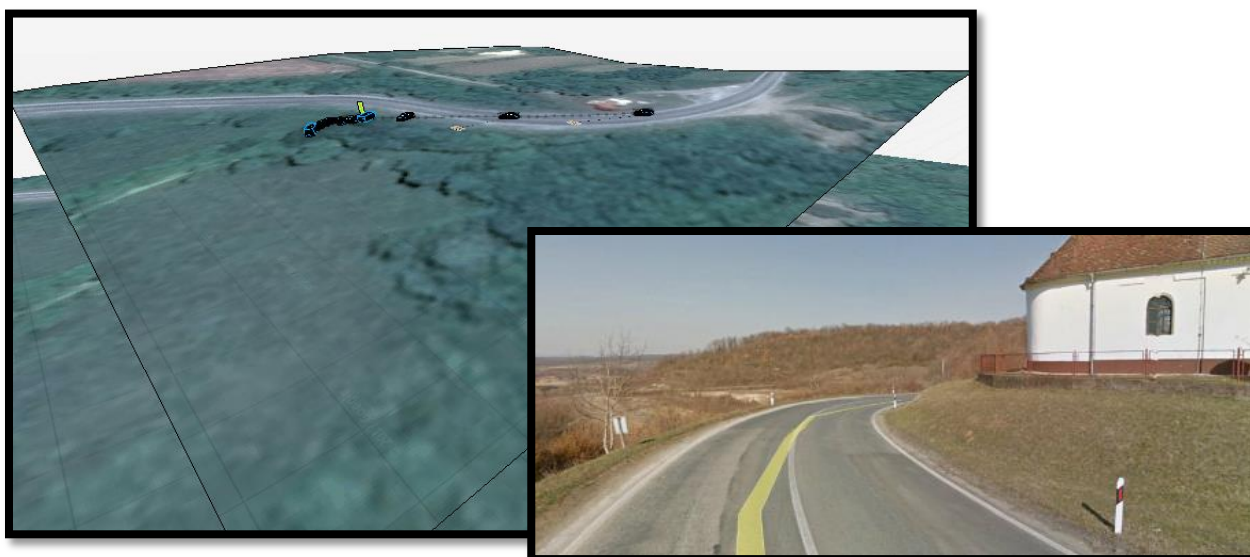
Moćna opcija koja zahteva prethodno dobro poznavanje nove oblasti - osvetljenja.



Sl. 6 - Osvetljenje

4.4.3 Google map

Opcija kojom se može istovremeno kreirati 2D i 3D teren preuzimanjem sa Google Earth. Sledi primer jednog rešenog slučaja sletanja sa kolovoza naletom na stablo drveta. (4)



Sl. 7 - 3D podloga

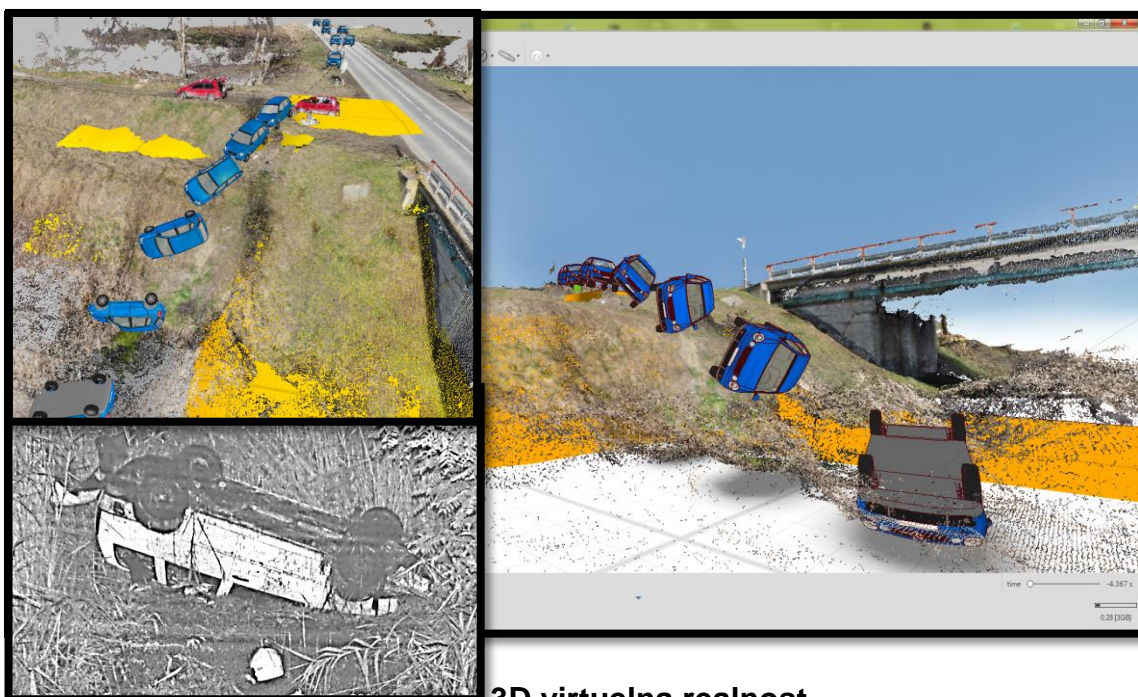
4.4.4 Point cloud i modelovanje virtuelne realnosti:

Modelovanje realnog 3D ambijenta u kome će se kreirati simulacija se može izvršiti uz odgovarajuće snimanje terena dronom koji je u vezi sa GPS satelitima.

Fotografije sačinjene na taj način se obrađuju u jednom od programa, npr Agi soft i tako kreiran tačkasti model može poslužiti za podlogu u programu za analizu saobraćajnih nezgoda Virtual Crash 4. (4)

Primer 2:

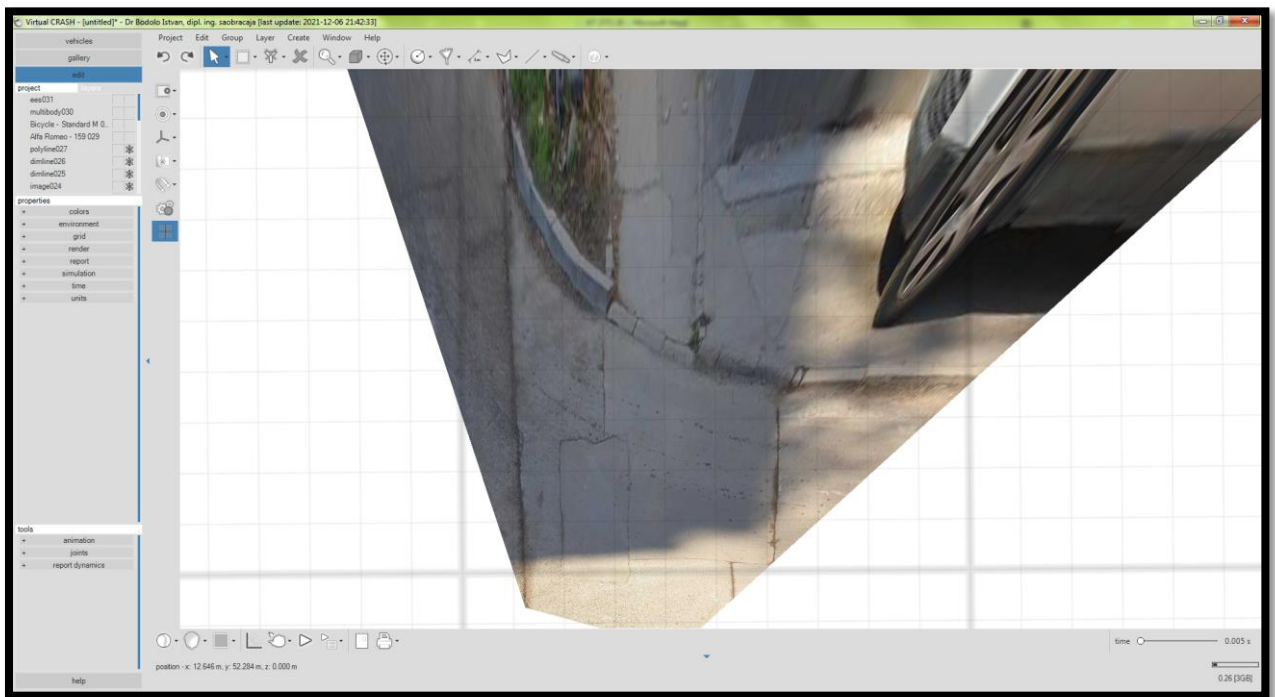
Sletanje vozila sa kolovoza uz uletanje u kanal DTD. (6)



Sl. 6 3D virtuelna realnost

4.4.5 Rektifikacija

Rektifikacija je postupak kreiranja 2D podloge na osnovu aksonometrijski sačinjene fotografije sa unapred poznatim merama 4 izabrane tačke, pa sledi primer (7):



Sl. 9 - Rektifikacija

4.5 Modelovanje i simulacija sudara

Algoritam simulacije sudara sa vremensko-prostornom analizom (koraci – postupci)

- Kreiranje podloge sa upisom tragova
- Kreiranje učesnika u sudaru
- Određivanje mesta sudara prema fiksiranim tragovima
- Postavljanje učesnika u saobraćaju u međusobni položaj u trenutku sudara
- Zadavanje brzina za oba učesnika i promena sve dok se učesnici ne zaustave na dokumentovanim mestima (dinamika, metodom unapred)
- Kreiranje putanja i karakteristika kretanja učesnika ka mestu sudara (ubrzanja-usporenja-konstantna brzina i kreiranje međuzavisnih položaja (kinematika, metodom unazad)

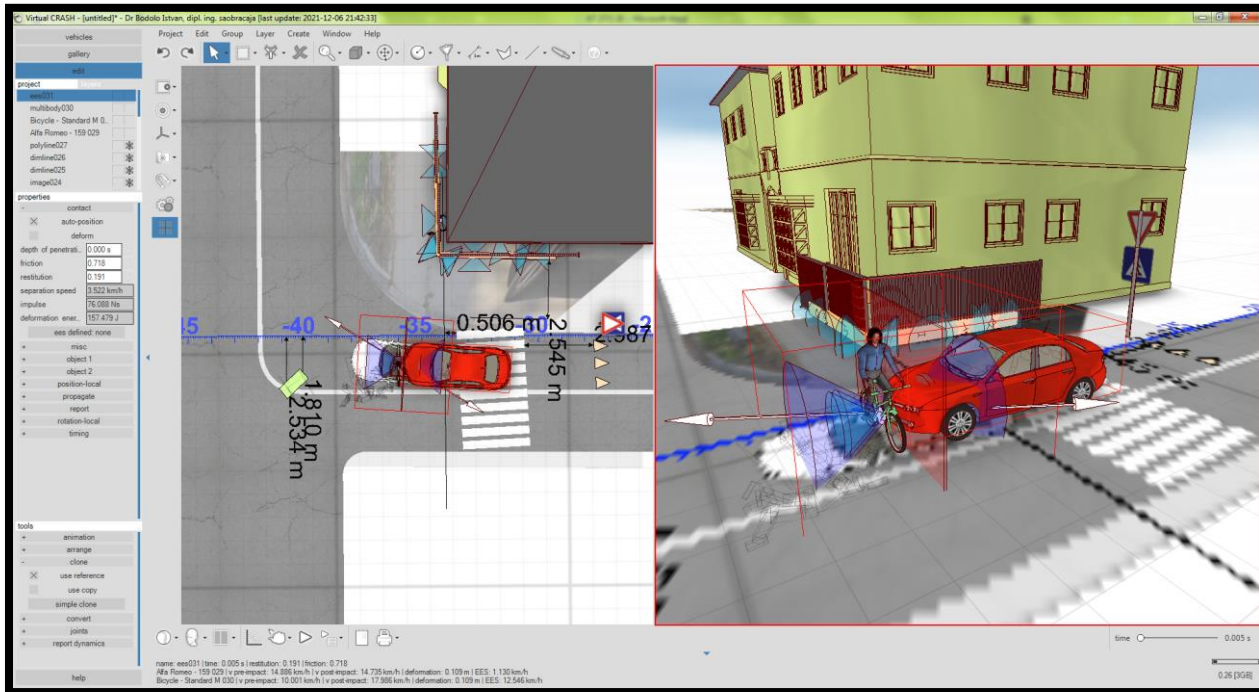
Sledi prikaz simulacije jednog sudara sa prikazom vremensko-prostorne analize:

Primer 3:

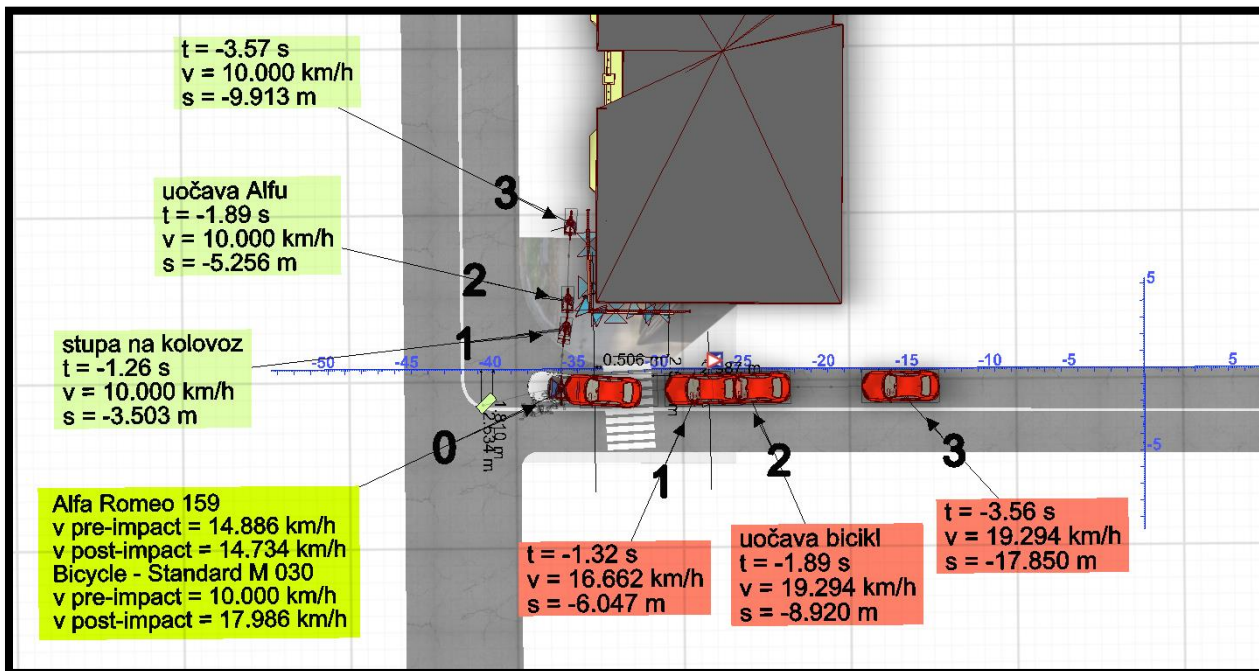
Reč je o sudaru putničkog automobila i sistema bicikl+biciklistkinja prema algoritmu iz t 4.5 te je nakon izvršenog sudara za koje mesto, brzine i forme sudarnih površina svi učesnici završavaju na dokumentovanim mestima (7).

Nakon verifikacije samog sudara sledi izrada vremensko-prostorne analize koja je prikazana u 2D i 3D modelu.

Nakon toga moguće je modelovanje video zapisa dinamike kretanja učesnika u sudaru iz izabranih položaja koji omogućava kreiranje realnog osećaja prostora i vremena.



Sl. 10 - Mesto sudara i brzine



Sl. 11 - Vremensko-prostorna analiza – 2D



Sl. 12 - Vremensko-prostorna analiza – 3D

5. Zaključak

Tradicionalni rad je u odnosu modelovanje i simulacije neuporedivo manje tačan, znatno brži za izradu, manje jasan, vizuelno neprikazan. Nije transparentan i nije proverljiv.

Vremensko prostorna analiza je najšće prikazana rečima i smislu serije parova podataka vreme, brzina i put za svakog učesnika u nekoliko karakterističnih trenutaka što situaciju čini potpuno neshvatljivom i neupotrebljivom. Analize su bazirane na često netačno i nepotpuno izvršenim uviđajima.

Rad softerima, ako se izrađuje celokupna sudarna situacija je neuporedivo sporiji i detaljniji od tradicionalnog rada.

On znatno više obavezuje ako se pokazuje transparento uz ponuđene parametre kako bi se i peške mogao proveriti bar jedan broj rezultata.

Zajednički imenitelj za oba načina rada je i dalje u punoj meri čovek i njegovo poštenje.

U tržišno i kvalitetu orijentisanom okruženju upotreba simulacionih modela postaje redovna i masovna pojava.

6. Literatura

- (1) Osnovni principi simulacija događaja sa primerima Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet; Prof. Dr. Miomir Jovanović 2007/2008
- (2) Sigurnost cestovnog prometa, knjiga 1, Sveučilište u Zagrebu, Franko Rorim
- (3) Gépjárműszakértés, Maróti Könyvkiadó Kft., Dr. Melegh Gábor
- (4) Video tutorijal Virtual Crash 3 i 4
- (5) Nove opcije programa za analizu saobraćajnih nezgoda V Crash 4, Lea Bodolo, student FTN, Auto-škola "LEA", Prof. dr. Ištvan Bodolo, dipl. inž.
- (6) KTI 99/21 Viši sud Novi Sad
- (7) KT 2772/20 Osnovni sud Novi Sad