

SIMULACIJA TOMAČEVskega KROŽIŠČA

Avtorja: Matjaž Nadoh in Nejc Kolenko

Visoka šola za poslovne vede, Management in informatika (2. stopnja)

Povzetek

Simulacija krožišča prikazuje lahko realno sliko prometa med največjo gostoto ob »rush hour« ter v popolnoma umerjenem prometu kot npr. v nočnem času. V ta namen je bila tudi izdelava simulacije krožišča izpeljana, da se prikaže ali je smiselno opravljati s podobnimi primeri v realnem življenju. Vse pogostejše se v realnem življenju gradijo krožišča, saj naj bi ta predstavljala večjo pretočnost prometa, kot klasični semaforji. V realnem življenju bi moral biti vsak podoben projekt narejen tudi s simulacijo realnega stanja, seveda po predhodni pridobitvi podatkov s cestišča. V takih primerih se velikokrat postavlja sisteme za merjenje prometa na določenih odsekih cestišča, kjer pa verjetno simulacije z določenimi simulacijskimi računalniškimi programi te strateški projekti nato niso izpeljani ali pa zelo neučinkovito. Podobne simulacije bi se morale večkrat vključevati v same projekte, da bi pokazalo realna delovanja sistemov in ob enem tudi njihovo prenasičenost od že zbranimi podatki projektov v preteklost. Cestna infrastruktura, kot tudi ostala infrastruktura je lahko do določene meje kritična, saj lahko predstavlja ob povečanju dejavnikov ozko grlo, marsikaterega sistema.

Ključne besede: simulacijski model, 2D simulacija, cestišče, krožišče, Anylogic program

Uvod

Tomačevski rondo lahko rečemo tudi, da je to turbo krožišče. Nastanek turbo-krožnih križišč pa sicer sega v leto 1997, takrat je bil objavljen prvi članek na to temo, ki sta ga napisala Fortuijn in Harte (1997). Kasneje sta bila še dva članka na to temo, in sicer leta 1999 (Luttinen, 1999) in 2003 (Yperman in Immers, 2003). Zamisel glede spiralnega krožnega voznega pasu sicer ni nova, temveč je povzeta iz zelo starih načinov ureditve trgov, tako imenovanih krožnih trgov. Kaj je njegova ključna prednost? Prednosti sta ti, da izhaja iz temeljnih značilnosti sodobnih krožnih križišč, in sicer, da imajo prednost vozila v krožnem toku pred vozili na uvozu in radialno priključevanje krakov v krožno križišče. Krožno križišče s spiralnim potekom krožnega vozišča ima prav tako te lastnosti in zavoľo tega spada med krožna križišča. Prvi, ki so se lotili gradnje takšnih krožnih križišč, so bili Nizozemci, ki so jih zgradili kar lepo število. Do Aprila 2008 je bilo na Nizozemskem zgrajenih že 70 takih krožnih križišč. Njihove raziskave pa segajo vse v leto 1996, ko se je na Nizozemskem začel poizkusni projekt za krožno križišče s spiralnim potekom krožnega vozišča. Tukaj sedaj lahko trdimo, da je Fotuijn nekakšen oče tega tipa krožnega križišča (Fortuijn, 2009).

V grafičnem simulacijskem modelu, je prikazana problematika krožišča v Tomačevem. Gre sicer za »random« generirano kodo, kjer se avtomobili in ostala prevozna sredstva naključno prikazujejo na različnih vpadnicah. Z simulacijskim modelom, želimo ponazoriti dogajanje na cestišču in v krožišču, kjer se pogosto zgodi, da je ob »rush hour« velik naval vozil, posledično pa

pride tudi do zastojev ne samo na cestišču ampak tudi v krožišču. Največ vozil se vključuje sicer iz ljubljanskega kroga oz. iz hitre ceste in iz mesta navzven proti hitri cesti, saj tam poteka največji »flow« prometa. V realnem življenju pa opažamo, da tomačevski rondo zjutraj ni tako zaseden kot v popoldanskem času.

Simuliranje krožišč in njihova dodana vrednost

Pogosto pa se vprašamo, zakaj bi sploh simulirali neko stanje, če pa vemo, da vsaj v praksi dobro deluje? Zato, da s tem pridobimo točnejše podatke same simulacije. Pred leti bi se pogosto vprašali, če bi naredili večja križišča brez simulacij pa bi vedeli, da je pretočnost večja, žal pa ni vse tako. Z več podatki, katere pridobimo lahko s simulacijo, lahko nato optimiziramo ostale sisteme, kateri delujejo v samem križišču ali krožišču, bodi si večji čas zelene luči na semaforju ali z dodatnim pasom rezerviranim za zavijanje levo. S temi podatki lahko tako dobro operiramo, da povečamo pretočnost tudi na ta način, da bi morda postavili dodatni sistem štetja vozil v krožiščih in bi na podlagi preračunanih podatkov optimizirali pretočnost vozil skozi semaforje. Simuliranje je dobro tudi zato, da s pridobljenimi podatki lahko predstavimo sekundarne in terciarne problematike, na katere se lahko pripravimo v naprej. To bi lahko pomenilo, predpostavka, da se npr. čez 15 let poveča promet za 30% in s tem predstavlja celotno sedanjo sliko in logiko sistema, kot problematično. S simulacijami se lahko pripravimo na prihajajoče probleme, ki sicer v trenutnem času delujejo, v prihodnosti pa ni nujno, da bo tako. Načrtovalci sistemov, bi morali večkrat uporabiti podobne metode, saj kot se je izkazalo z gradnjo ljubljanskega obroča in drugih cest vpadnic, da ta promet v današnjih časih slabo požira in je slaba pretočnost, saj se v preteklosti podobnih analiz ni naredilo in se ni predvidevalo, da se bo promet v zadnjih 15 letih tako povečal.

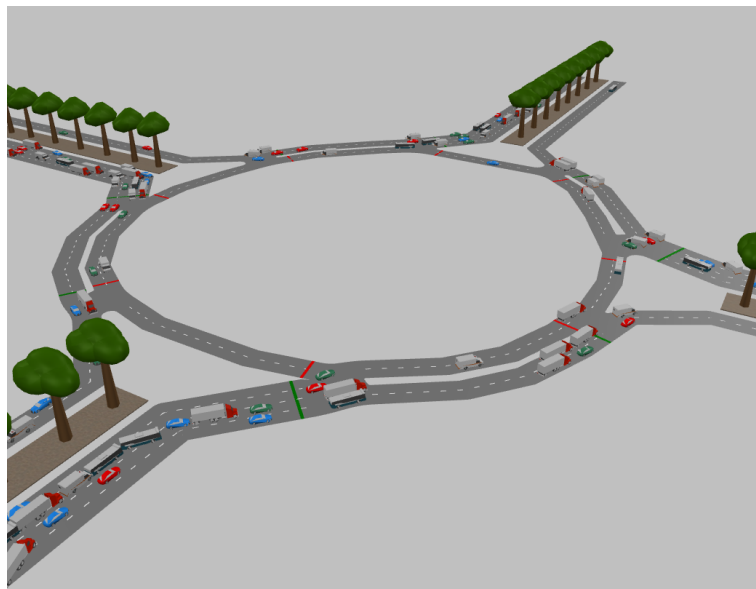
S simulacijami pa želimo vse te nejasnosti razrešiti in izkoristiti vse dane informacije in podatke, da pri gradnji delujemo transparentno in upravičimo porabo javnega denarja. Prav tako bi bilo zanimivo simulirati realno uporabo drugega tira, kjer vemo, da je vlada republike Slovenije namenila več kot milijardo evrov sredstev. S primerjavo simulacije, pa bi lahko predvideli, sicer z manjšimi odstopanji, ali je bila poraba teh sredstev primerna ali ne. Prav tako podatke lahko pridobimo z različnih spletnih virov npr. (koliko prometa in zabojev Luka Koper dejansko ustvari, hitrost vlakov, pogostost nalaganja tovora, hitrost nalaganja tovora...)

Grafična zgradba sistema krožišča

V omenjenem modelu je obravnavan vhod vozil iz štirih smeri, kar ponazarja, prihod iz centra Ljubljane, iz južnega dela obvoznice, severnega dela obvoznice in iz smeri Črnuč. V simulacijskem modelu je obravnavanih tudi več vrst vozil – avtomobili, tovorna vozila, avtobusi in rešilec. Z vseh štiri smeri se vozila vključujejo in naključno izstopajo iz krožišča, s tem pa želimo vedno ponazoriti, da sistem vozil vedno drugačen kakor v realnem življenju. V primeru, da se ta logika izvrši potem se vozilo preusmeri proti izvozu sicer pa nadaljuje pot. Če se vozilo ne odloči za nobenega izmed izvozov, potem vozilo ponovno odpelje še en krog v notranjem pasu krožišča, dokler se vozilo ne odloči za enega izmed izvozov. Promet v krožišču je reguliran

s semaforji, ki skrbijo za neprekinjeno pretočnost vozil. Semaforji so sinhronizirani, zato da je napredovanje vozil v prometu enakomerno in da ne pride do morebitnih zastojev. Sam promet je generiran na »random« funkciji, le začetni prihod vozil je nastavljen na 400 vozil na minuto.

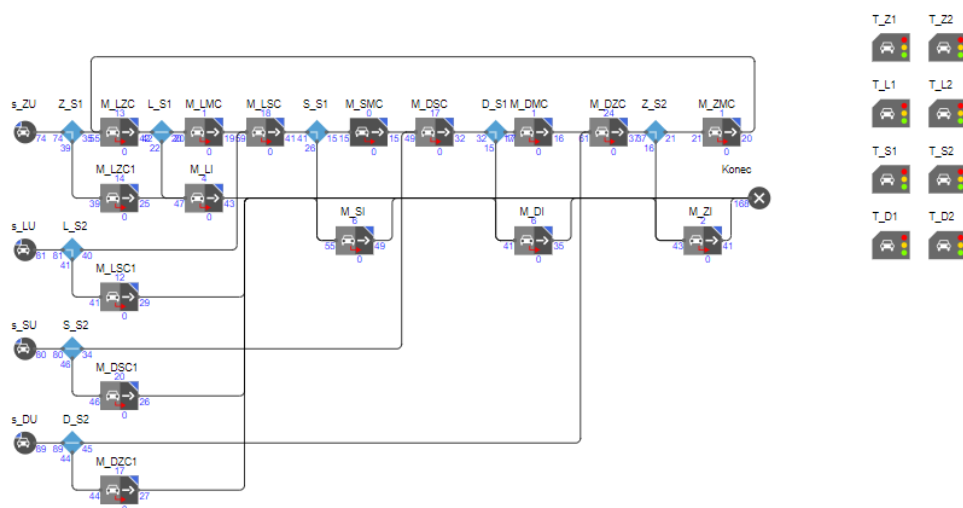
Slika 26: Primer simulacije Tomačevskega krožišča.



Struktura in logika simulacije

Kot vsak sistem tako simulacijski kot v realnem življenju ima nek sistem in neko logiko za delovanje, kajti v nasprotnem primeru, je sistem morda nelogičen ali pa neuporaben oz. neučinkovit. Prav tako ima tudi ta simulacija zaporedno logiko, katera se izvaja glede na določeno število vozil. To pa pomeni, da je bilo potrebno razviti logiko, da bo pretočnost vozil v turbo-krožišču imela smisel in uporabna tako v aplikaciji, kot tudi v resničnem življenju. Zavedamo se, da je v Tomačevem krožišču 48 sistemov, kateri skrbijo za večjo pretočnost vozil tudi ob največjem porastu vozil. Z našo simulacijo pa je prikazana logika, katera je tudi dovolj pretočna ob povečanju vozil ob »rush hour« urah in bi bila prav tako učinkovita za uvedbo v resnični model.

Slika 27: Logika prometa.



Da bi bolje razumeli logiko prometa (Slika 2) je potrebno vedeti poimenovanja cestnih odsekov (Slika 3), ki predstavljajo notranji pas krožišča. Ti se vrstijo v zaporedju LMC, LSC, SMC, DSC, DMC, DZC, ZMC, LZC. Začetna črka poimenovanja označuje grobo nahajanje odseka (Levo, Desno, Spodaj, Zgoraj), Druga črka označuje natančnejše nahajanje odseka (Middle – sredina, spodaj, zgoraj). Zadnja oznaka pa je kratica za cestišče. Primer LZC (levo, zgoraj, cestišče).

Zunanji pas krožišča zajema odseke poimenovane LZC1, LSC1, DSC1, DZC1. Začetna črka poimenovanja ravno tako označuje grobo nahajanje odseka(levo, desno) kakor tudi velja za drugo črko, ki označuje natančnejše nahajanje odseka(zgoraj, spodaj, desno).

Izvozi iz krožišč zajemajo odseke cestišč poimenovanih LI, SI, DI, ZI. Prva črka označuje nahajanje izhoda (levo, desno, spodaj, zgoraj). Druga črka pa označuje izhod.

Poimenovanja uvozov v krožišča so sledeča. LU, DU, SU, ZU. Ravno tako velja za uvoze, prva črka nakazuje na nahajanje odseka(levo, desno, spodaj, zgoraj). Druga črka pa označuje uvoz.

Logika simulacije ima 4 izvore avtomobilov poimenovanih s kraticami s_ZU, s_LU, s_SU, s_DU. Prva črka s označuje »source«, druga črka pa nahajanje izvora(zgoraj, levo, spodaj, desno), zadnja črka pa je kratica za uvoz. Vsak izmed izvorov avtomobilov generira 400 avtomobilov na minuto.

Če se opredelimo na zgornji izvor avtomobilov (s_ZU), logika narekuje sledeče. Vozila se prerazporedijo in nato peljejo po uvozni cesti v krožišče (ZU). V kolikor so vozila razvrščena na desni strani cestišča se vključujejo v krožišče po zunanji strani (LZC1). Zunanja stran krožišča je namenjena za vozila, ki zapuščajo krožišče v prvem izvozu. V našem primeru vozilo zapušča krožišče po cestnem odseku poimenovanem LI.

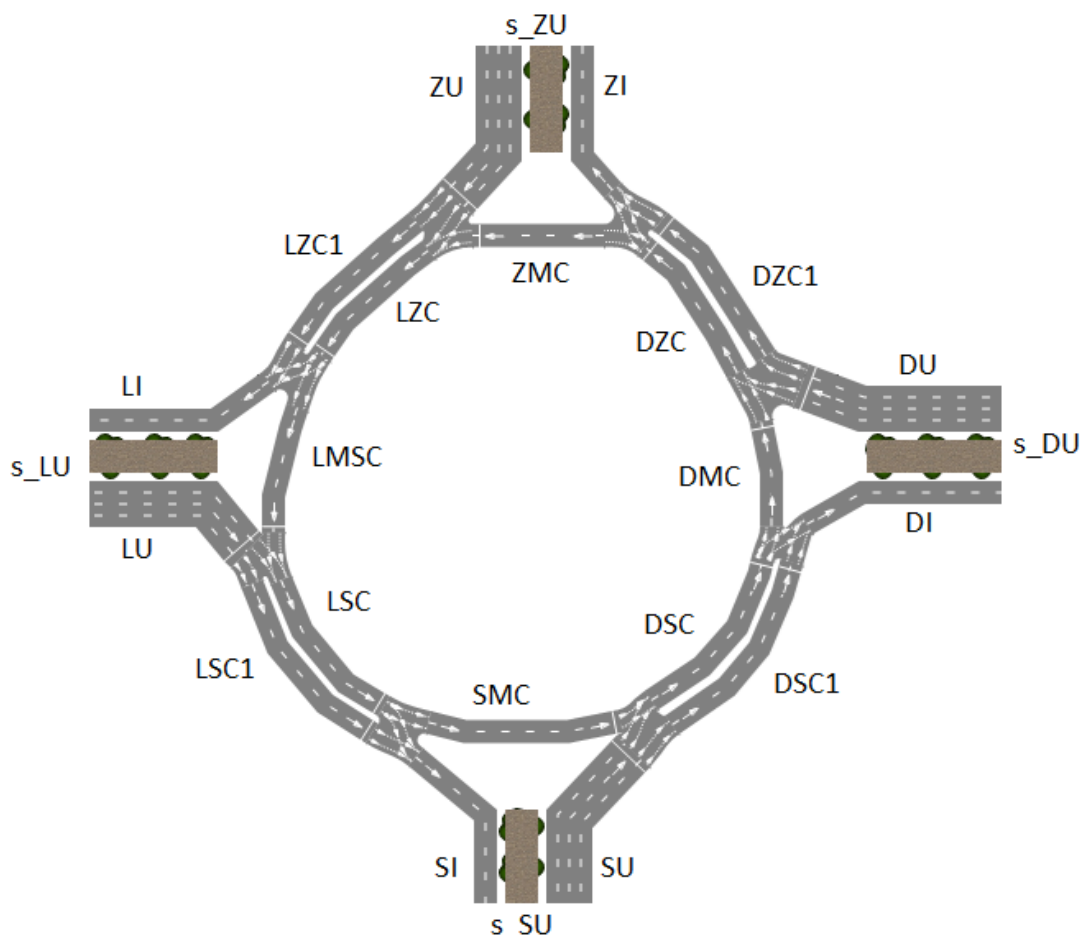
V kolikor se vozila razvrstijo po uvozni cesti v krožišče (ZU) se vključujejo v notranji pas krožišča(LZC). Vozilo nadaljuje pot po notranjem pasu krožišča (LMC). V trenutku, ko vozilo pride na odsek cestišča v notranjem pasu krožišča poimenovanem LSC se proži logika odločanja vozila o tem ali naj nadaljuje vožnjo do naslednjega izvoza ali naj zapusti krožišče. Procentualna možnost, da se izvede katerakoli izmed izbire je 50%. Če se vozilo odloči za izvoz, potem

nadaljuje pot po izvozu SI. V nasprotnem primeru pa vozilo nadaljuje pot po odseku SMC. Za tem sledi odsek DSC, kjer se spet proži logika odločanja o tem ali naj vozilo zapusti krožišče po izvozu DI oz. naj nadaljuje pot po odseku DMC.

Sledi vstop vozila na odsek poimenovan DZC kjer se zopet ponovi logika odločanja vozila o izstopu iz krožišča, ki bi v tem primeru nadaljevalo pot proti izhodu iz krožišča na poimenovanem odseku ZI. V nasprotnem primeru bi pa nadaljevalo pot po odseku ZMC. Z vstopom vozila na ta odsek se proži zanka, ki se vrne na sam začetek logike. Logika se ponavlja v nedogled, vse dokler se vozilo-logika ne odloči za enega izmed izvozov, ki mu je tisti trenutek na voljo.

Promet v krožišču je reguliran s semaforji, ki skrbijo za neprekinjeno pretočnost vozil. Semaforji so sinhronizirani, zato da je napredovanje vozil v prometu enakomerno in da ne pride do morebitnih zastojev.

Slika 28: Poimenovanje cestnih odsekov.



Zaključek

S samim programom AnyLogic (The AnyLogic Company, b.d.) lahko simuliramo več različnih dogajanj in simulacij, praktično vse kar nam srce poželi. Celoten program deluje na programskem jeziku Java in je primerna tako samo za nastavljanje parametrov, kot tudi za programsko naprednejše uporabnike. S programom smo se srečali na predavanjih pri predmetu Modeliranje, Simulacije in Optimizacija. Predavanja so bila uspešna, saj smo vsi pridobili dodatna znanja in poglede, ter nov pogled na situacije, katere lahko predvidimo v sedanjem času ali pa v prihodnosti. Samo modeliranje s programom niti ni tako zahtevno, samo izbrati je potrebno dober odločevalni proces in postaviti realne in dobre parametre. Že samo z dobro postavitvijo parametrov, lahko pridobimo dobre in natančne podatke in primere simulacij. V našem primeru, je bil odločevalni proces postavljen ali ima krožišče res boljšo pretočnost vozil, kot križišče. Da, seveda ima, prav tako verjetno to vedo tudi tisti, kateri nimajo opravljenih voznških izpitov in niso vpeti vsakodnevno v promet, vendar pa je logika, katera deluje na celotno simulacijo večinoma skrita pred očmi javnosti in se je ne razkriva. S temi podatki, katere smo dobili, v predstavljeni simulaciji, da je možno, da krožišče kot, je npr. Tomačevo opravi svojo nalogo in zagotovi pretočnost večjega števila vozil v krožišču. S simulacijo je bilo predstavljeno tudi dejstvo, da je krožišče možno prevoziti s 400 vozili na minuto, s tem pa še vedno zagotoviti pretočnost vozil, da nebi nastajale večje kolone vozil.

Viri in literatura

Fortuijn, L. G. H in Harte, V. F. (1997). Multi-Lane Roundabouts: Exploring New Models. V Traffic Engineering Working Days 1997. Ede, NL: CROW.

Fortuijn, L. (2009). Turbo Roundabouts. Transportation Research Record, 2096(1), 16–24.

Luttinen, T. (1999). Properties of Cowan's M3 Headway Distribution. Transportation Research Record, 1678(1), 189–196.

The AnyLogic Company (b.d.). AnyLogic. Sneto z naslova <https://www.anylogic.com>

Yperman, I. in Immers, L.H. (2003). Capacity of a Turbo-Roundabout Determined by Micro-simulation. 10th World Congress on ITS. Department of Civil Engineering – Transportation Planning and Highway Engineering. Leuven: Belgium.