Elektrotehnički Fakultet Beograd

**Praktikum iz fizike 2**

23.04.2020.

Uneti ime, prezime i broj indeksa:

Никола Радојевић 2019/176

Word fajl obavezno poslati na email adresu [marko.krstic@etf.bg.ac.rs](mailto:marko.krstic@etf.bg.ac.rs).

Uz word poslati i finalne MATLAB kodove. U svaki .m fajl u vidu komentara uneti ime, prezime i broj indeksa.

LABORATORIJSKE VEŽBE NA RAČUNARU

FIZIČKI MODELI U MODELOVANJU SAOBRAĆAJA

**Zadatak:** Simulirati model protoka saobraćaja koji je modelovan parcijalnom diferencijalnom jednačinom:

u kome brzina vozila nije konstantna već zavisi od gustine (a samim tim i od koordinate *x* i vremena *t*).

U fajlu traffic\_data.csv nalaze se podaci dobijeni snimanjem protoka saobraćaja u Linkoln tunelu, koji prolazi ispod reke Hadson i povezuje Nju Džersi sa centrom Menhetna. U prvoj koloni nalazi se gustina vozila (data u jedinicama kola/milji) a u drugoj koloni njhova brzina (data u jedinicama milja/sat).

1. Napraviti MATLAB skriptu u okviru koje treba učitati .csv fajl, a zatim konvertovati jedinice u kola/kilometru (1/km) i kilometar/sat (km/h) i prikazati ovu zavisnost u okviru jednog grafika, na kome su podaci iz tabele obeleženi crvenim kružićima. Obeležiti ose grafika.

|  |
| --- |
| **Slika:** |
|  |

Grinšilds-ov model pretpostavlja linearnu zavisnost brzine od gustine i dat je sledećom linearnom funkcijom:

gde je *vm* maksimalna brzina vozila, a *ρm* maksimalna gustina vozila (kada bi sva vozila bila pozicionirana jedna iza drugog, bez razmaka).

1. Koristeći se curve fitting toolbox-om u MATLAB-u pronaći koeficijente *vm* i *ρm*koji definišu optimalnu pravu. Koeficijente pronaći u jedinicama km/h i 1/km, respektivno. Nacrtati grafik na kome su eksperimentalni podaci nacrtati crvenim tačkama, a optimalna prava plavom linijom. Obeležiti ose grafika i na grafik staviti legendu.

(Napomena: ukoliko se čini da je dobijena maksimalna brzina vozila previše mala, treba imati na umu da u tunelu postoji rigorozno ograničenje brzine. Proveriti dobijenu vrednost iz MATLAB modela sa realnim ograničenjem koje se može naći na linku: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lincoln_Tunnel> pod stavkom “operating speed”).

|  |
| --- |
| **Slika:** |
|  |

|  |
| --- |
| **Odgovor:** |
|  |

1. Uzimajući u obzir funkcijsku zavisnost brzine od gustine, srediti jednačinu u oblik pogodan za primenu metode konačnih razlika, tako da jednačina ima formu:

gde je *c(ρ)* funkcija u kojoj kao promenljiva figuriše samo gustina *ρ*, a kao konstante maksimalna brzina *vm* i maksimalna gustina *ρm*. Napisati dobijenu funkciju *c(ρ)*:

|  |
| --- |
| **Odgovor:** |
|  |

1. U daljem nastavku MATLAB skripte primeniti metodu konačnih razlika za rešavanje gornje parcijalne diferencijalne jednačine koja modeluje protok saobraćaja. Na gornju jednačinu primeniti metodu konačnih razlika za sledeće parametre:
2. Ukupna dužina posmatranog puta *L* = 2.4 km,
3. Vremenski domen za rešavanje *T* = 180 sekundi,
4. Koraci diskretizacije: ∆*x* = 0.05 km, ∆*t* = 0.1 s.

Za rešavanje jednačine potrebno je poznavanje početnog, odnosno graničnog uslova. Početni i granični uslov treba definisati tako da se modeluje semafor koji na koordinati *x* = 0 u trenutku *t* = 0 prelazi iz crvenog u zeleno. Pretpostavka je da je crveno svetlo na semaforu trajalo dovoljno dugo tako da se u trenutku *t* = 0 sva vozila nalaze iza semafora, a da ispred semafora nema nijednog vozila. Simulirati dan kada je na putu nije bilo velike gužve, tj. kada gustina vozila iza semafora ima vrednost 0.3*ρm*.

Voditi računa da sve jedinice budu konzistentne!

|  |
| --- |
| **Odgovor:** |
|  |

Nacrtati 3D grafik zavisnosti gustine vozila *ρ* u funkciji od *x* i *t*. Obeležiti ose grafika.

|  |
| --- |
| **Slika:** |
|  |

Nacrtati 2D grafik zavisnosti gustine vozila *ρ* u funkciji od *x* za tri vremenska trenutka (izabrati po želji, recimo *t* = 100, 120 i 160 s ili neka druga tri vremenska trenutka koja bolje demonstriraju dinamiku promene gustine vozila). Obeležiti ose grafika i uneti legendu.

|  |
| --- |
| **Slika:** |
|  |

Komentarisati dobijene grafike i na osnovu njih objasniti ponašanje vozila u ovakvom modelu.

|  |
| --- |
| **Komentar:** |
| Кад има мало аутомобила, онда могу да се крећу већом брзином. Због тога се сва кола могу кретати скоро максималном брзином што доводи до „проширења“ графика. |

Diskutovati šta se dešava kada bi gužva na putu bila jako velika, odnosno kada bi gustina vozila iza semafora bila jako velika (0.8*ρm*). Ponoviti prethodni 3D kao i 2D grafik za promenjeni granični/početni uslov.

|  |
| --- |
| **Slika:** |
|  |

|  |
| --- |
| **Slika:** |
|  |

|  |
| --- |
| **Komentar:** |
| Када има доста аутомобила, највећа могућа брзина је веома мала и због тога график остаје прилично узак у току скоро целе симулација. |