



# Upravljački prometni sustavi

## Dinamičko pridjeljivanje prometa

Doc. dr. sc. Edouard Ivanjko

Doc. dr. sc. Niko Jelušić

- **Sadržaj**
  - Uvod
  - Problem pridjeljivanja prometa
  - Princip rada

- Prometna mreža predstavlja složenu interakciju
  - Korisnici sa svojim vozilima
  - Operateri u upravljačkom prometnom centru
  - Infrastruktura
  - Meteorološke prilike
  - Nepredviđene situacije (incident)
- Cilj je postići ravnotežu u optimalnom korištenju prometne mreže
  - Zadovoljavanje uvjeta sigurnosti, komfora korisnika i najveće protočnosti prometa

- Koristi se dinamičko pridjeljivanje prometa (DTA, engl. „Dynamic Traffic Assignment“)
- Karakteristike DTA sustava
  - Vozilima koja kreću u različito vrijeme se pridjeljuju različite rute
  - Vozila koja kreću u isto vrijeme različitim rutama između istog OD para trebaju imati isto percipirano vrijeme putovanja
  - Percipirano vrijeme putovanje se ne može odrediti na početku putovanja, već nakon putovanja na njegovom završetku



- Pridjeljivanje prometa predstavlja proceduru pridruživanja izvorišno-odredišne (engl. „OD – origin-destination“) matrice u poveznice (engl. „links“) prometne mreže
- Model ponašanja korisnika u odabiru ruta
  - Opisuje postizanje ravnotežnog stanja između odabranih ruta korisnika i OD vremena putovanja
- Kritičan korak u sekvencionalnoj proceduri, koji određuje odabir poveznice i vremena putovanja za pripadni OD par, pod utjecajem povratne veze samog odabira rute i mode transporta
- Matematički problem koji se može riješiti iterativno pripadnim algoritmom

- Prometna mreža se promatra u diskretnim vremenskim koracima u kojima je vrijeme putovanja odnosno zagušenje mreže konstantno
  - Statička mreža -> interval 1 do 2 sata
  - Dinamička mreža -> interval od 5 min
- Tablica putovanja sadrži sav prometni tok koji putuje iz izvorišne u odredišnu zonu
- Prometna mreža opisana grafom
  - Čvorišta i poveznice sadrže informacije o odnosu vremena putovanja i prometnog toka
    - Vrijeme putovanja raste kako se povećava tok

- Funkcija opisa vremena putovanja poveznice tipično ovisi o vlastitom prometnom toku
  - Zanimareni konfliktni i prometni tokovi suprotnog smjera
  - Nominalni kapacitet poveznice može uključivati efekt prometnih tokova koji se sijeku
  - Kapacitet poveznice ne predstavlja strogu gornju granicu toka kroz tu poveznicu
- Korisnicima je poznata točna informacija o vremenu putovanja pojedine rute
  - Pogreška percepcije vremena putovanja može biti uključena (stohastički model)

- Korisnici teže ravnoteži u korištenju prometne mreže
- Deterministička ravnoteža
  - Za svaki OD par zona sve korištene rute imaju ista vremena putovanja
  - Ne postoji nekorištena ruta s manjim vremenom putovanja
- Stohastička ravnoteža
  - Za svaki OD par zona sve korištene rute imaju isto percipirano vrijeme putovanja
  - Ne postoji nekorištena ruta s manjim percipiranim vremenom putovanja



- Primjer korištenja dvije paralelne poveznice

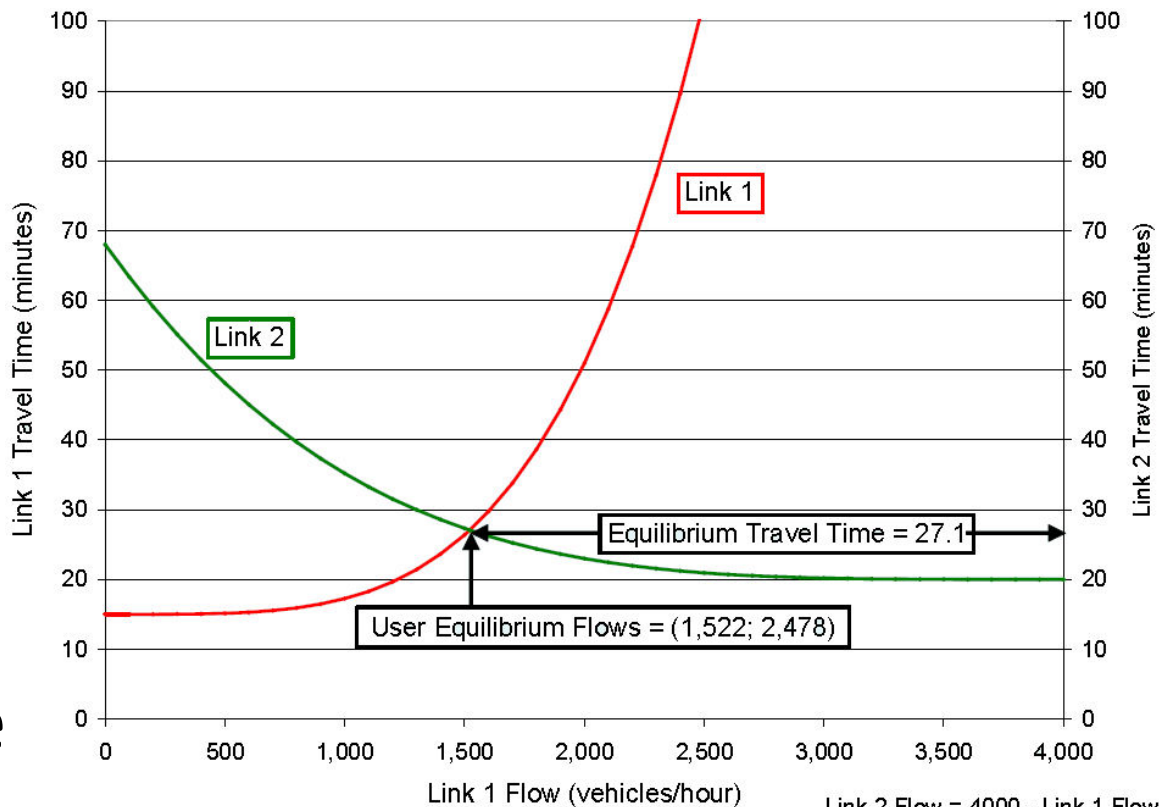
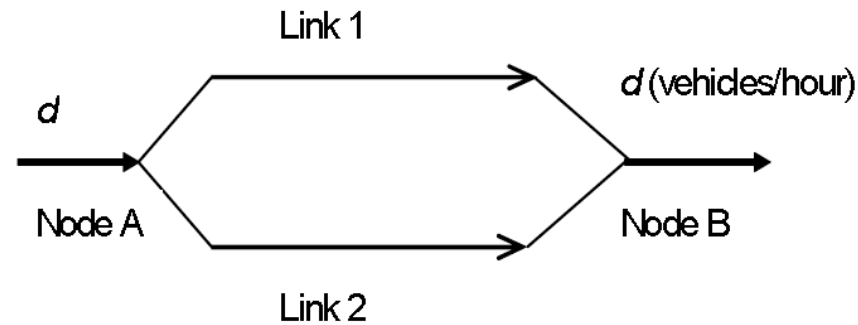
- Ulazni tok jednak izlaznom toku

- Korisnici teže ravnoteži

- Isto vrijeme putovanja za obje poveznice

- Problem se može riješiti grafički

- Složeniji problemi zahtijevaju iterativne postupke



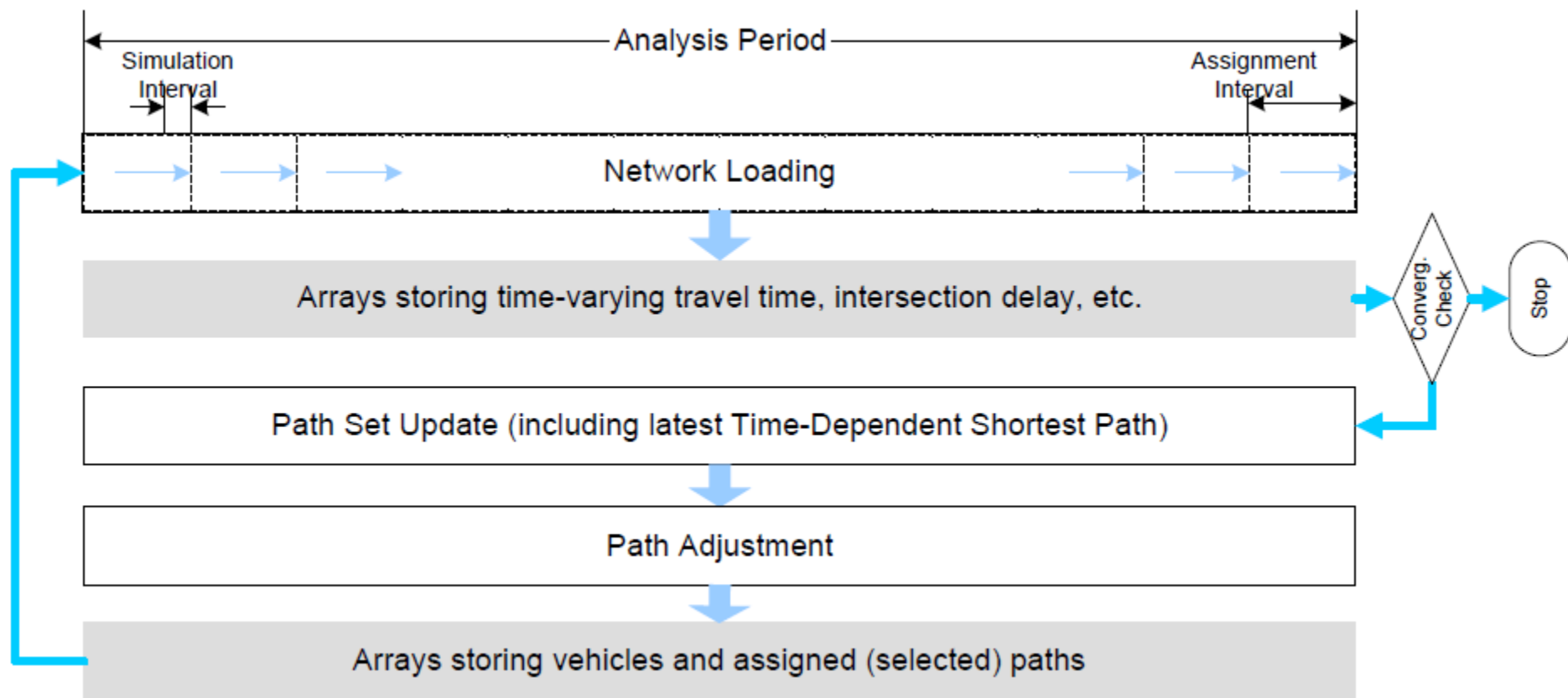
- Rješavanje složenih problema zahtjeva mjeru efikasnosti trenutnog rješenja
  - Koliko je trenutno rješenje blizu stanja ravnoteže
- Definira se kriterijska funkcija za minimizaciju
  - Suma površina ispod funkcija vremena putovanja razmatranih poveznica
    - Problem što se iznos mijenja jako malo kako se rješenje približava stanju ravnoteže
  - Ukupan trošak viška (engl. „TEC - Total Excess Cost”)
    - Za svaki OD par trošak viška predstavlja razliku između vremena putovanja svake rute i vremena putovanja najkraće rute otežanu s tokom rute te sumiranu za sve rute OD para
    - Suma za sve OD parove daje TEC

- Prosječan trošak viška (engl. „Average Excess Cost”) predstavlja TEC podijeljen ukupnim prometnim tokom regije
  - Ukupni tok regije dobiva se sumom tokova svih putovanja
- Trošak u ovom razmatranju predstavlja otežanu sumu svih vremena putovanja i dodatnih varijabli
  - Trošak samog vozila
  - Cestarine te trošak ulaska u pojedinu zonu
- Za izračun TEC potrebno je poznavati trošak i prometni tok svake korištene rute

- TEC teži nuli (konvergira) kako se rješenje pridjeljivanja prometa približava stanju ravnoteže
- Potreban kriterij za odluku da je dobiveno rješenje konvergiralo dovoljno blizu stanju ravnoteže
- Faktori koji utječu na odluku
  - Tražena preciznost rješenja
  - Raspoloživo vrijeme proračuna i računalni resursi
  - Točka kod koje prometni tokovi postaju stabilni
    - Nova rješenja ih više značajno ne mijenjaju
- Točka stabilnosti rješenja se najčešće koristi
  - Nova rješenja se ispituju do iste razine troška viška

- Za uspostavu ravnoteže prometne mreže bitno
  - Opterećenje prometne mreže
    - Koje je vrijeme putovanje uz postojeći odabir ruta
  - Osvježavanje najkraćih ruta vozila
    - Koja je najnovija najkraće ruta zadanog OD para uz postojeće opterećenje prometne mreže
  - Prilagodba pridijeljenih ruta vozila
    - Kako je najbolje moguće pridijeliti vozila najnovijim najkraćim rutama radi postizanja dinamičke ravnoteže korištenja prometne mreže

- Potrebno znati da se stanje prometne mreže mijenja u vremenu
  - Za najkraću rutu bitno vrijeme putovanja



- Procedura izračuna za dinamičko pridjeljivanje prometa zasnovana je na simulaciji
  - Ulaz je prometna potražnja za razmatrani period
  - Sve rute u jednom OD paru za razmatrano vrijeme polaska dostižu isto vrijeme putovanja
    - Stanje ravnoteže
  - Iterativna procedura

Melissa Duell, Nima Amini, Sai Chand, Hanna Grzybowska, Neeraj Saxena, S. Travis Waller, Large-scale dynamic traffic assignment: practical lessons from an application in Sydney, Australia, 18th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, Canary Islands, Spain, 15 - 18 September 2015, pp. 1735 - 1740

