



Optimiranje ruta vozila korištenjem stvarno-vremenskih prometnih podataka

prof. dr. sc. Tonči Carić

FPZ radionica, 30. lipnja 2014.



- Optimiranje ruta vozila
- Predvidiva prometna zagušenja
- Unaprjeđenje postojećih optimizacijskih algoritama
- Razvojni projekt SORDITO



- **Namjera:**

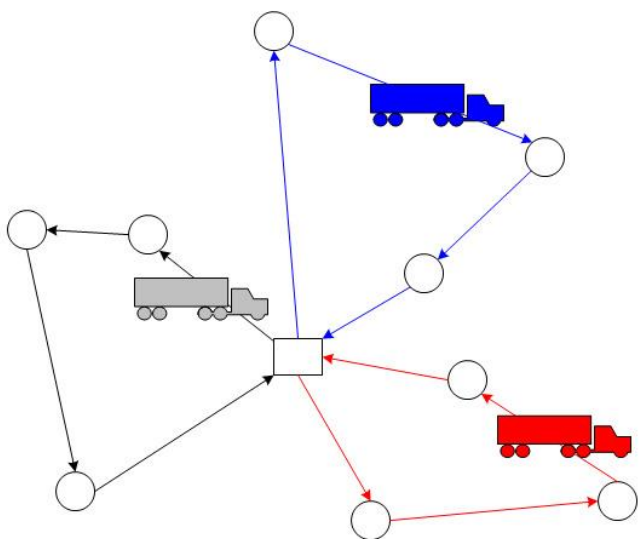
Uz pomoć računala, senzora i programske podrške želimo

- poboljšati
 - poslove dostave/prikupljanja

- **Pitanja:**

- **Kašnjenja** pri izvedbi planova vožnji vrlo je **teško predvidjeti** u urbanim područjima, koji su načini rješavanja ovog problema?
- Na koji način današnje **aplikacije** koriste informacije o prometnim zagušenjima i kakva unaprijeđenja očekujemo?

• Optimiranje ruta vozila



Delivery plan...
Customers...
Vehicles...
Reports...

Delivery date: **17/11/2008**
Servisno vrijeme povecano za 5 min

City:

Address (e.g. Ilica, 102):

Total Distance: 2263.89 Km

Vehicles Needed: 12

19%

Choose scenario:
Default

No.	ID	Description	Mass	Volume	Palette	Route
0	ZG-2104-DJ	P&G presell	3500	13	4,5	0
1	ZG-2137-BF	P&G presell	2500	13	4,5	0
2	ZG-2139-BF	P&G presell	2500	13	4,5	0
3	ZG-2590-DC	P&G presell	3500	13	4,5	0
4	ZG-2591-DC	P&G presell	3500	13	4,5	0
5	ZG-2592-DC	P&G presell	3500	13	4,5	0
6	ZG-3654-BI	P&G presell	2500	13	4,5	0
7	ZG-3655-BI	P&G presell	2500	13	4,5	0

Orders
Vehicles



- Kvaliteta planova vožnji u dostavi/prikupljanju
 - mjeri se kvantitativnim poboljšanjima odnosno redukcijom
 - broja kašnjenja u dostavi/prikupljanju
 - (odstupanja od dogovorenih vremenskih prozora)
 - broja potrebnih vozila
 - ukupnog radnog vremena vozača
 - ukupnog prijeđenog puta vozila
 - ...



- Većina aplikacija (više ili manje uspješno) smanjuje troškove reducirajući
 - broj kašnjenja
 - broj potrebnih vozila
 - ukupno radno vrijeme vozača
 - ukupno prijeđeni put vozila

- Kašnjenja u izvedbi planova vožnji vrlo je teško predvidjeti u urbanim područjima
 - jer se koriste brojna pojednostavljenja
 - izdvojimo pojednostavljenje „predviđanje vremena putovanja”
 - » brzinu vozila
 - bitno pojednostavljenje koje ćemo uskoro značajno bolje predviđati



- Najčešća aproksimacija

- za brzine vozila temelji se na:

- kategorizaciji prometnica
- maksimalnim dozvoljenim brzinama kojim vozila smiju prometovati
- aproksimacijama brzina koje su promjenjive ovisno o dobu dana

- Ponekad možemo jasno uočiti gdje i kada se periodički događa značajno smanjenje brzine i zašto (npr. zbog vožnji odlazaka i povrata s posla)

Pitanja:

- Postoji li dovoljno podataka/senzora za određivanje dionica prometnica na kojima se događaju zagušenja?
- Možemo li uočiti zakonitosti?



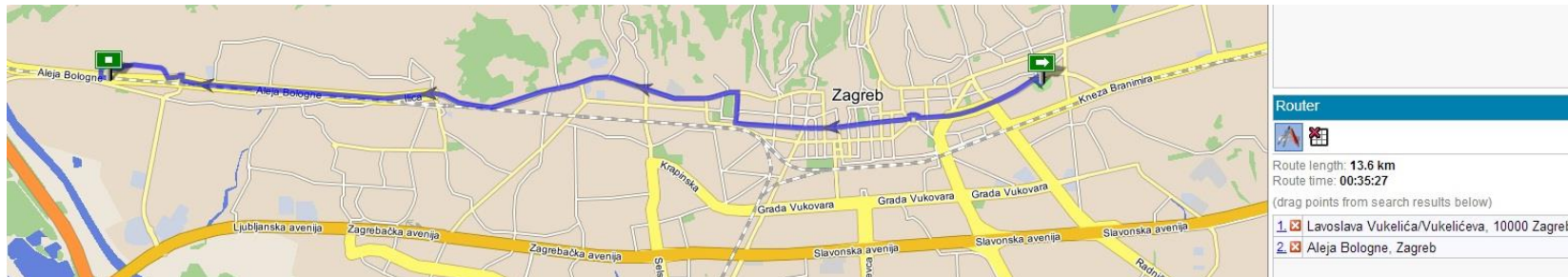
- Modeli predviđanja brzina
 - uzimaju u obzir kategoriju prometnice
 - uzimaju u obzir stupanj urbanizacije
 - određuje se postotak pada brzine u odnosu na (free-flow) „idealnu brzinu” prometnice
 - Primjećuje se asimetričnost maksimalnih padova brzina ovisno o smjerovima A) predgrađe u centar B) iz centra u predgrađe
 - zamjena redaka iznosa u popodnevnim zastojsima

Maksimalni pad brzine za vrijeme jutarnjih zastoja

	prometnica kategorije 1	prometnica kategorije 2	prometnica kategorije 3	prometnica kategorije 4
smjer A	0,9	0,65	0,4	0,15
smjer B	0,3	0,25	0,2	0,15

* tablica preuzeta iz rada A. L. Kok „Vehicle Routing under time-dependant travel times”

- Kako prilagoditi postojeće algoritme rješavanja optimizacijskih problema ako
 - imamo informacije o predvidivim prometnim zagušenjima
- Što se mijenja?
 - Prostorna komponenta problema ostaje nepromjenjana
 - Vremenska komponenta problema se bitno mijenja!



- Između dvije lokacije udaljene 13 km, može se stići ovisno o dobu dana i vremenskim prilikama za 35 min, 20 min ili 45 min

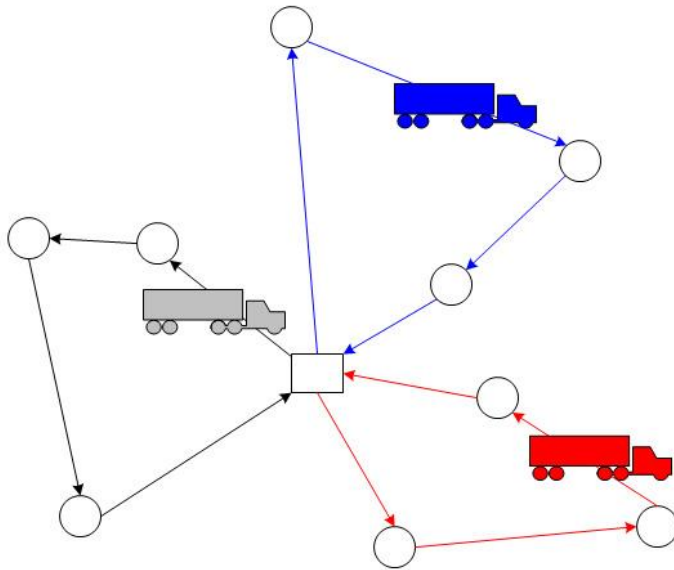
udaljenost $(T_1, T_2) = f(t_{\text{početka putovanja}}) = 13 \rightarrow$ konstanta

vrijeme putovanja $(T_1, T_2) = f(t_{\text{početka putovanja}})$



Uključivanja informacija o prometnim zagušenjima u postojeće optimizacijske algoritme

- danas:
 - za pojedina zone urbanih područja uvodi se koeficijenti usporenja, unosi ih iskustveno dispečer
 - finim podešavanjem koeficijenta moguće je postići poboljšanja
- uskoro:
 - možemo prilagoditi algoritme za TDVRP i generirati predviđanje trajanje putovanja pri svakoj iteraciji
 - upitno je vrijeme izvršavanja algoritma s takvim zahtjevima



Potrebno je riješiti problem koji se sastoji od dva problema

- TDVRP problem - vremenski ovisan problem usmjeravanja flote vozila
- navigacijski problem najkraćeg puta koji je sada također ovisan o vremenu



- **SORDITO (Sustav za Optimizaciju Ruta u Dinamičkom Transportnom Okruženju)**
 - Projekt koji predlaže rješenja:
 - Za problem najkraćeg puta ovisan o vremenu
 - Izrada obogaćene digitalna karta
 - » prosječnim brzinama segmenata prometne mreže ovisno o dobu dana, godišnjem dobu, ...
 - Izrada algoritma navigacije između dvije točke mreže temeljenog na razdiobi prosječnih brzina
 - Izrada algoritma optimizacije (TDVRP)
 - Algoritam koji uz pomoć obogaćene digitalne karte rješava vremenski ovisan problem usmjeravanja flote vozila



- Pitanja:

- **Kašnjenja** pri izvedbi planova vožnji vrlo je **teško predvidjeti** u urbanim područjima, koji su načini rješavanja ovog problema?
- Koliko današnje **aplikacije** koriste informacije o prometnim zagušenjima?



Hvala na pažnji



- Informacije o incidentima na prometnicama distribuiraju se putem

– Traffic Message Channel (TMC)

- Koristi RDS sustav u standardnom FM prijemu radio difuzije i omogućava dojavu prometnih i putnih informacija na način:
 - Prikaz na zaslonu auto radio prijarnika
 - Integraciju s GPS navigacijom