

Cum să-ți găsești calea

Motoare de rutare libere și proprietare

Daniel Urdă

Cuprins

- Motoare de rutare
- Costuri și restricții
- Funcționalități conexe
- Performanțe
- Concluzii

1

Motoare de rutare

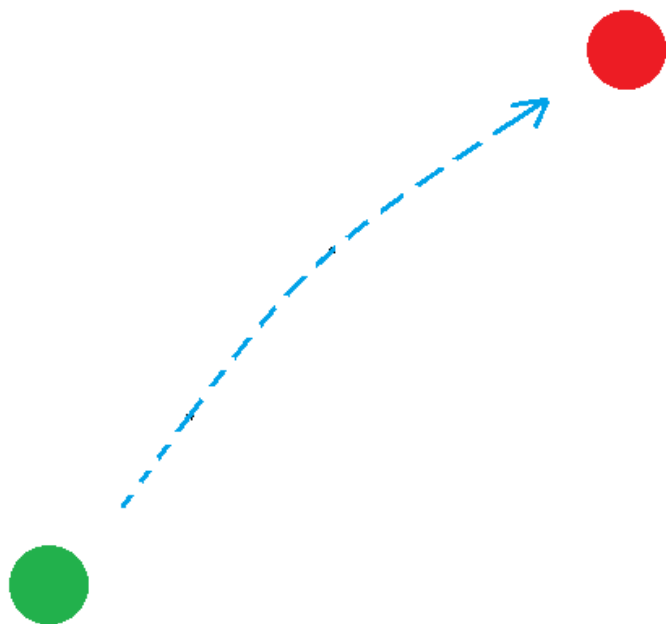
Cum ajung la ... ?

Cerințe minime:

- Sursă



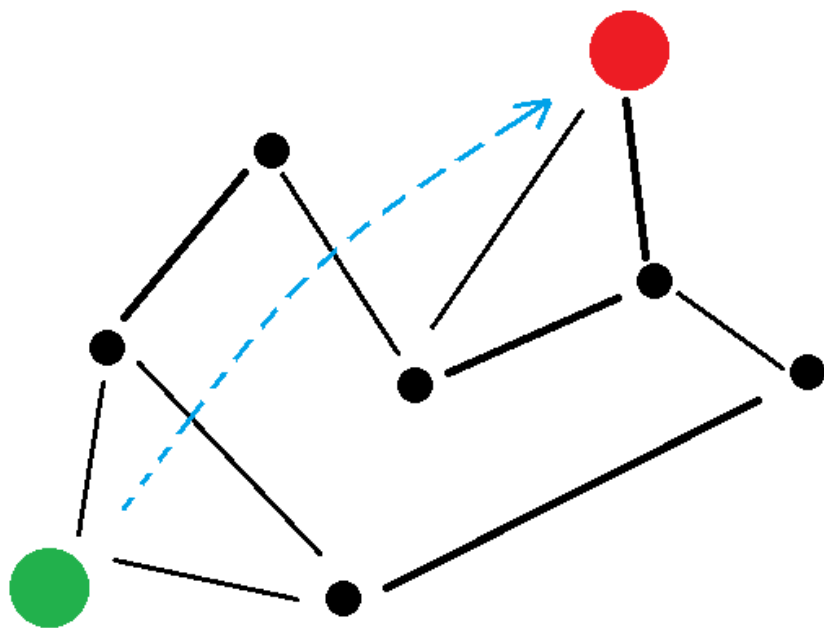
Cum ajung la ... ?



Cerințe minime:

- Sursă
- Destinație

Cum ajung la ... ?



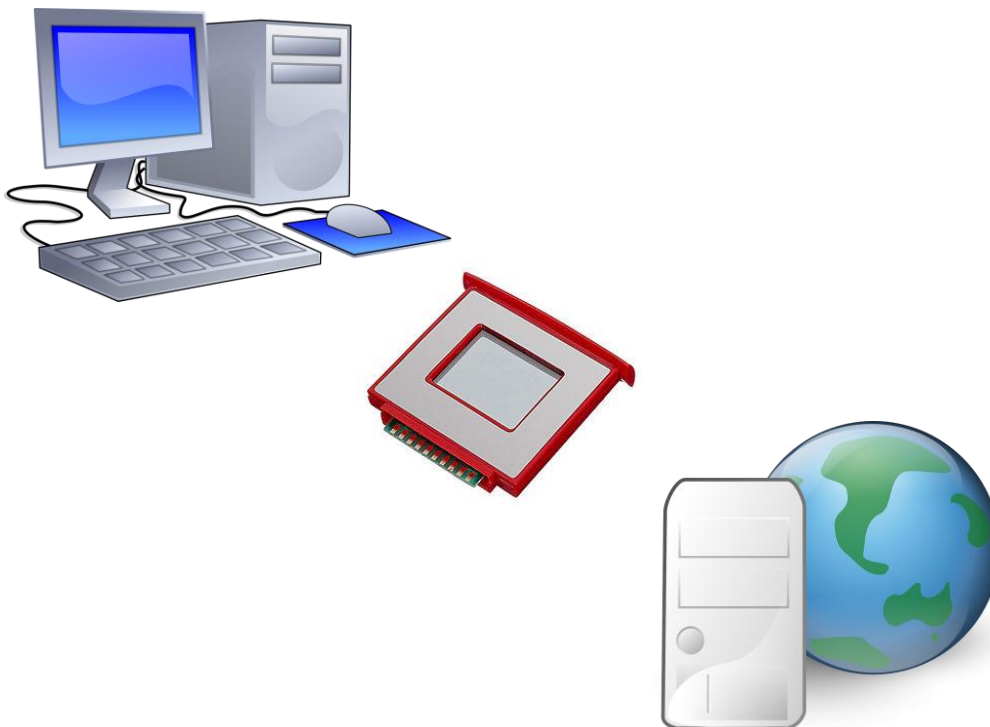
Cerințe minime:

- Sursă
- Destinație
- Rețea de drumuri

• Clasificare motoare de rutare

După tip:

- Aplicații dedicate
- Extensii
- Servicii Web



• Clasificare motoare de rutare

După sursa datelor:

- Date definite de utilizator
 - OpenStreetMap
 - Alte date
- Date predefinite



Motoare de rutare

Libere, cu licență deschisă

- OSRM
- pgRouting
- *GraphHopper*
- *Valhalla*
- *NAViT*
- *Gosmore*

Proprietare

- ArcGIS
- Google Maps
- MapQuest
- Bing Maps
- *HERE Maps*
- *Osm2po*

Open Source Routing Machine



<http://project-osrm.org/>

- Aplicație dedicată C++
- Interfață REST
- Algoritm Dijkstra cu ierarhii de contracție
- Include instrumente proprii de încărcare a datelor în structura OpenStreetMap
- Rețea pre-construită

pgRouting



<http://pgrouting.org/>

- Extensie peste SGBD PostgreSQL și PostGIS
- Interfață SQL
- Multipli algoritmi disponibili, la alegere (Dijkstra, A*, *ierarhii de contracție*)
- Poate folosi date în structura OpenStreetMap sau date personalizate (PostGIS)
- Rețea dinamică

ESRI ArcGIS Network Analyst



[http://www.esri.com/software/arcgis/
extensions/networkanalyst](http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/networkanalyst)

- Extensie peste produsele ESRI ArcGIS (Desktop/Server)
- Interfețe REST, .NET
- Poate folosi date personalizate (Shapefile, File Geodatabase, SGBD)
- Rețea preconstruită

• Servicii Web

- Interfețe REST/SOAP



- Date proprietare predefinite

[Google Directions API](#)

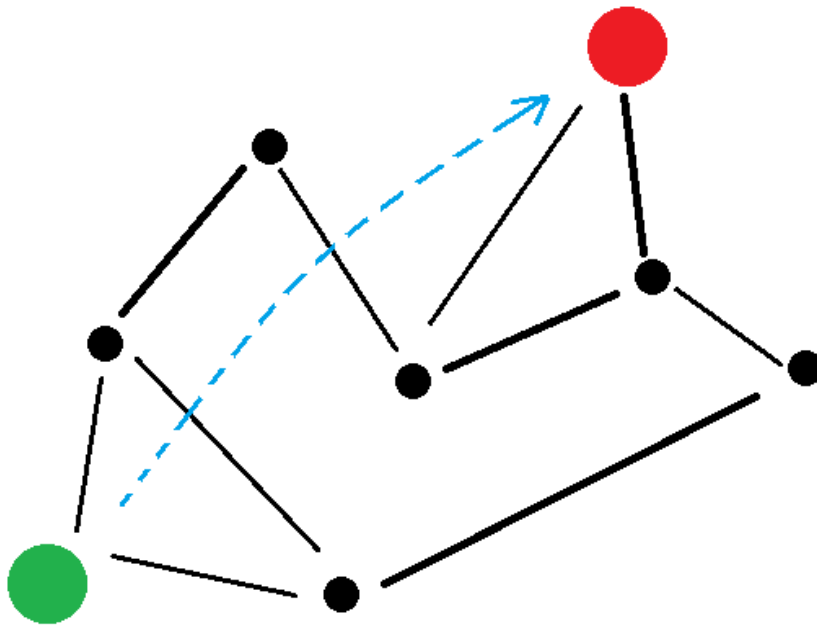
[Microsoft Routes API](#)

[MapQuest Directions API](#)

2

Costuri și restricții

Cum ajung la ...



•
• ... in cel mai eficient mod • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •



Minimizare costuri

- Distanță

•
• ... in cel mai eficient mod • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •

Minimizare costuri

- Distanță
- Timp



•
• ... in cel mai eficient mod • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •

Minimizare costuri

- Distanță
- Timp
- Relief



•
• ... in cel mai eficient mod • • • • •
• •

Minimizare costuri



- Distanță
- Timp
- Relief
- etc

Oricând?



- Trafic
- Incidente
- Condiții meteo

Am voie?

Restricții

- Permanente
 - legale
 - determinate de vehicul
 - inerente drumului



Am voie?

Restricții

- Temporare
 - lucrări
 - accidente



Open Source Routing Machine



<http://project-osrm.org/>

- Costuri și restricții* preluate din OpenStreetMap
- Orice schimbare a costului/restricției implică reconstrucția rețelei

* care implică cel mult două căi rutabile

• Open Source Routing Machine •



http://{server}/route/v1/{profil}/{coordinate}
? alternatives = {true|false} & steps = {true|false}
& geometries = {polyline|polyline6|geojson}
& overview = {full|simplified|false} & annotations = {true|false}

pgRouting



pgRouting

<http://pgrouting.org/>

- Costuri și restricții* preluate din OpenStreetMap sau definite manual
- Utilizarea restricțiilor complexe impune folosirea **pg_trsp**
- Pot fi impuse costuri diferite / restricții noi pentru fiecare cerere de rutare

* care implică cel mult două căi rutabile, folosind [pypgroutingloader](http://pypgroutingloader.org/)

pgRouting



pgRouting

```
SELECT pgr_trsp('SELECT gid as id, source, target, f_cost as cost, r_cost as reverse_cost
                FROM ways',
                {id_sursa}, {id_destinatie},
                true, true ,
                'SELECT cost::float8 as to_cost, to_way AS target_id,
                  from_way || coalesce(", " || via_ways, ") AS via_path
                FROM restrictions'
                );
```

ESRI ArcGIS Network Analyst



<http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/networkanalyst>

- Costuri și restricții definite de utilizator la inițializarea rețelei
- Pot fi impuse restricții specifice pentru fiecare cerere
- Modificarea costurilor implică reconstrucția (parțială a) rețelei

ESRI ArcGIS Network Analyst



http://url_serviciu_na/solve
? stops={"features":[{"geometry":{"x":start_x,"y":start_y}}, {"geometry":{"x":stop_x,"y":stop_y}}]}
& barriers= & polylineBarriers= & polygonBarriers= & outSR=3844 & ignoreInvalidLocations=true
& impedanceAttributeName=Time & restrictionAttributeNames=OneWay,TurnRestriction
& restrictUTurns=esriNFSBAllowBacktrack & useHierarchy=true
& returnDirections=true & returnRoutes=true & directionsStyleName=NA Desktop
& outputLines=esriNAOutputLineTrueShape & preserveFirstStop=true & preserveLastStop=true &
directionsTimeAttributeName=Time & directionsLengthUnits=esriNAUKilometers & f=pjson

• • • • • Servicii Web • • • • •



- Costuri și restricții predefinite, independente de utilizator
- Includ, de obicei, informații dinamice despre trafic și restricții temporare
- Pot fi definite restricții noi la fiecare cerere (mapquest)

•

• Servicii Web •

•



https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json
? **origin** = {sursa} & **destination** = {destinatie}
& **departure_time** = {timp_plecare_unix}
& **mode** = {driving|walking|bicycling|transit} & **key** = {cheie_API}

• Servicii Web •



http://dev.virtualearth.net/REST/v1/Routes/{driving|walking|transit}
? **waypoint.1** = {sursa} & **waypoint.2** = {destinatie}
& **routeAttributes** = {excludeItinerary,routePath,transitStops,
routeSummariesOnly,all}
& **timeType** = {Arrival|Departure|LastAvailable}
& **dateTime** = {ziua si ora format ISO}
& **distanceUnit** = {mi|km} & **mfa** = mfa & **key** = {cheie_API}

•

• Servicii Web •

•



http://www.mapquestapi.com/directions/v2/route
? **key** = {cheie_API} & **from** = {sursa} & **to** = {destinatie}
& **unit** = {k|m} & **avoidTimedConditions** = {true|false}
& **routeType** = {fastest|shortest|pedestrian|multimodal|bicycle}
& **narrativeType** = {none|text|html|microformat}
& **mustAvoidLinkIds** = {lista_id-uri}
& **fullShape** = {true|false}
& **shapeFormat** = {raw,cmp,cmp6} & **drivingStyle** = {1,2,3}

• •

• •

3

Funcționalități conexe

Navigare

- OSRM
 - instrucțiuni pentru navigare
 - poziționare pe stradă
 - optimizări pentru interogări succesive
- pgRouting
 - Fără funcționalități predefinite
- ArcGIS Network Analyst
 - Instrucțiuni pentru navigare
- Google/Bing/MapQuest
 - Instrucțiuni pentru navigare
 - poziționare pe stradă



Matrici de cost

- OSRM

- service = table

- pgRouting

- pgr_floydWarshall
 - pgr_johnson

- ArcGIS Network Analyst

- OD Cost Matrix (offline)

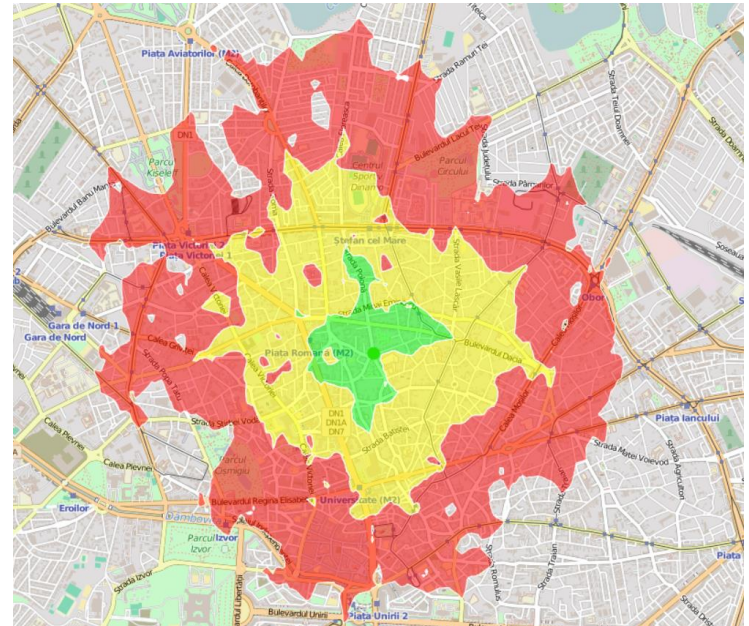
- Google/Bing/MapQuest

- Distance Matrix API / Nu / RouteMatrix

BUCURESTI	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Izocrone

- OSRM
 - [plugin NodeJS](#)
- pgRouting
 - pgr_drivingDistance + pgr_pointsAsPolygon
 - [drivetime \(experimental\)](#)
- ArcGIS Network Analyst
 - solveServiceArea
- Google/Bing/MapQuest
 - nu



4

- Performanțe

Factori externi

Aplicații dedicate și extensii:

- resursele mașinii gazdă
- încărcarea mașinii gazdă
- conexiune



Factori externi

Aplicații dedicate și extensii:

- resursele mașinii gazdă
- încărcarea mașinii gazdă
- conexiune

Servicii web

- conexiune
- QoS / plan tarifar



Factori interni

OSRM

- perioada de actualizare a costurilor
- perioada de actualizare a geometriei rețelei

pgRouting

- dimensiunea rețelei
- distanța dintre sursă și destinație

ArcGIS

- perioada de actualizare a geometriei rețelei
- perioada de actualizare a costurilor

Google/Bing/MapQuest

- ??

Efortul actualizării

OSRM

- costuri – reconstrucție parțială
- geometrie – reconstrucție integrală

pgRouting

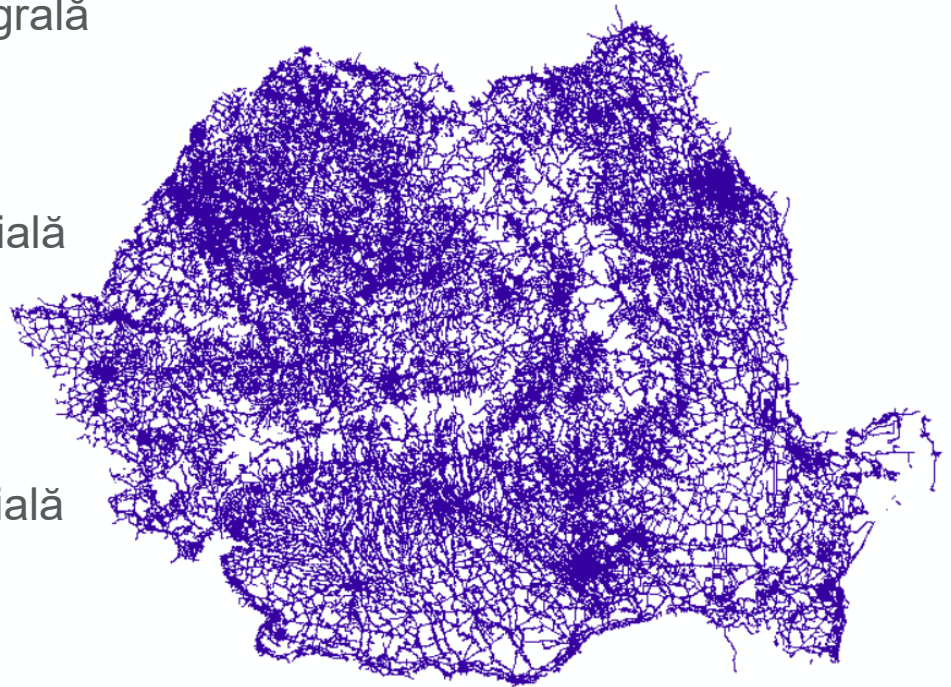
- costuri – nesemnificative
- geometrie – reconstrucție parțială (modificări de topologie)

ArcGIS

- costuri – nesemnificative
- geometrie – reconstrucție parțială

Google/Bing/MapQuest

- ??



5

Concluzii

Concluzii

- Soluții FOSS
 - Performanțe foarte ridicate ($\ll 1$ s pt OSRM)
 - Funcționalități avansate (costuri dinamice, matrici de cost, izocrone)
 - Control asupra datelor
 - Lipsă alternativă FOSS pentru date trafic (momentan)
 - Costuri de infrastructură fixe
- Soluții proprietare
 - Performanțe bune
 - Funcționalități avansate (costuri dinamice, matrici de cost, izocrone)
 - Date trafic (viteze medii, incidente, condiții meteo)
 - Date la nivel comercial (excl. ArcGIS Server propriu)
 - Costuri per volum de cereri (excl. ArcGIS Server propriu)



Întrebări ?

Multumesc!

