



Награда из Фонда Института за геодезију и геоинформатику за најбољи мастер рад на Одсеку за геодезију и геоинформатику у школској 2013/2014 години

## ПРИМЕНА ТРАНСПОРТНЕ МРЕЖЕ И МОДУЛА „PGROUTING“ ЗА ПОТРЕБЕ РУТИРАЊА ВОЗИЛА

АЛЕКСАНДАР СЕКУЛИЋ

Студијски програм: Геодезија и геоинформатика  
Модул: Геоинформатика

Ужа научна област: Земљишни информациони системи  
Ментор: доц. др Жељко Цвијетиновић, дипл. инж. геод.

### ЗАДАТАК МАСТЕР РАДА

Описан је модел *OpenStreetMap* (OSM) података са нагласком на податке који се односе на транспортну мрежу. Приказана је библиотека *pgRouting* и њена функционалност. Дати су модели података транспортне мреже засновани на OSM подацима са нагласком на верзионирање и ажурирање података. Оцењен је квалитет OSM података за Србију поређењем са *Google* и *Bing* мапама и реалним путањама возила из система *Mobtrack:24*. Приказане су карактеристичне ГИС функције коришћењем транспортне мреже OSM података и извршено је тестирање *pgRouting* библиотеке за рутирање.

### OSM ПОДАЦИ ЗА ПОТРЕБЕ РУТИРАЊА

**Провајдер (Geofabrik)**

**OSM архитектура**

Кључ (Key)	Вредност (Value)	Елемент	Опис	Приказ на мапи	Фотографија
highway	motorway		Главни пут са ограниченим приступом (аутопут) и путевни прелаз (сеза) са одвојеним супротним смеровима који могу да има више трака и додатну зауставну траку.		
highway	trunk		Најважнији путеви у држави који нису аутопутеви (полупутопутеви, путеви за моторна возила – путевни прелаз).		
highway	primary		Средњи по реду најважнији путеви у држави. Понеку важе грађевинско-револутивни путеви.		
junction	roundabout		Кружни ток. Аутоматски се додаје tag <i>opening=right</i> .		

**Модел OSM података:**

- node
- way
- relation

**OSM XML (.osm) формат**

**Пример OSM тагова транспортне мреже**

### МОДЕЛИ ПОДАТАКА ТРАНСПОРТНЕ МРЕЖЕ

**Табела сегмената (way) погодна за pgRouting функције**

- id** – јединствени идентификатор (који није OSM идентификатор, идентификатор типа *integer*)
- osm\_id** – јединствени OSM идентификатор који служи за добијање података из OSM
- version** – верзија OSM сегмента
- source** – јединствени идентификатор почетног чвора (који није OSM идентификатор из истог разлога као и код *id*-ја)
- target** – јединствени идентификатор крајњег чвора (који није OSM идентификатор из истог разлога као и код *id*-ја)
- cost** – тежина
- reverse\_cost** – тежина у супротном смеру
- x1** – x координата почетног чвора (*source*)
- y1** – y координата почетног чвора (*source*)
- x2** – x координата крајњег чвора (*target*)
- y2** – y координата крајњег чвора (*target*)
- geom** – геометрија сегмента

Модел	Геометрија	pgRouting	Сви OSM подаци	Историја	Ажурирање	Историја
osm2pgrouting	да	да	не	не	не	не
osm2pro	да	да	не	не	да	не
osm2pgsql	да	не	не	опционо	да	не
simple schema	опционо	не	да	не	да	не
snapshot schema	опционо	не	да	да	да	не
OSM API	не	не	да	не	да	да

**Преглед модела података**

### ГИС ФУНКЦИЈЕ (OSM + PGROUTING)

**trsp – turn restriction shortest path**

**drivingdistance**

**alphashape**

### ОЦЕНА КВАЛИТЕТА OSM ПОДАТАКА

#### Поређење са Google и Bing мапама

Што је насеље мање, односно, што је пут мање важности, то су OSM подаци непотпунији и мање тачни.

Лево-Google, средина-Bing, десно-OSM

#### Поређење са реалним путањама возила из система Mobtrack:24

Одступање од реалних позиција

Некомплетност OSM података

**Број активних user-а (горе) и број креираних, измењених и модификованих чворова (node) по дану (доле)**

Квалитет OSM података у великој мери зависи од броја корисника (*user*) који уређују OSM податке, као и од њиховог избора за која ће подручја обезбедити OSM податке. Такође, битну улогу играју и подлоге које користе *user*-и јер ће од истих зависити тачност и ажурирање OSM података.

### Поређење са рутирањем у систему Mobtrack:24

**Најкраће путање (горе-Mobtrack:24, доле-pgRouting)**

tsp-travelling salesman problem (горе-Mobtrack:24, доле-pgRouting)

Разлика се јавља јер Mobtrack:24 систем за праћење возила укључује рестрикције (нпр. забране скретања) у избору руте, а *pgRouting* функције (осим *trsp*) не. *pgRouting* такође не узима у обзир са које стране коловоза се тачка налази јер се рутирање врши на основу чворова (*node*).

### ЗАКЉУЧАК

Уколико је потребно направити систем за рутирање, OSM подаци и *pgRouting* библиотека представљају добру основу с обзиром на то да су *open source* решења. Међутим, стиче се утисак да OSM подаци за подручје Србије још увек нису поуздани, иако има назнака да се квалитет и комплетност побољшава:

Табеле	Србија	Хамбург	Луксембург	Словенија
current_nodes	4255	531.6	413	3333
current_relations	0.4	2.6	0.4	2.6
current_ways	331.8	114.8	66.6	204.2

**Број нових OSM елемената по дану**

Потребно је додатно модификовати функције *pgRouting* библиотеке и модел базе података да би се поштовале бар рестрикције, које су битан фактор у процесу рутирања. Још се мора порадити и на моделу базе података као и на апликацији за ажурирање и вођење историје података да би систем за рутирање био стабилан.