

Mario Miler, PhD in Technical Sciences

Mario Miler was born in Sarajevo on October 6, 1980. He finished elementary and high school in Zagreb. He enrolled the Faculty of Geodesy, University of Zagreb in 1999 and graduated in 2005. Immediately after graduation, he became a technical assistant and he became a junior research assistant at the Faculty of Geodesy the following year. He is responsible for lab exercises in the following courses at the Faculty: Introduction to Databases in the Bachelor's degree program; Spatial Databases, Mobile Surveying and GIS, Programming in GIS in Master's degree program and Conceptual Modelling of Spatial Data in the postgraduate studies. He trained in the Centre for Geoinformatics (Z_GIS) in Salzburg within the scope of the TEMUS project for several months in 2008. He participated in several doctoral workshops during his doctoral studies: The Vespucci Initiative in Italy and Geogeras in Austria. His main area of research is the architecture of GIS systems and spatial databases. He has studied the use of GIS technology in traffic and transportation science intensively during the last two years. He has published several scientific articles in national and international journals and conference proceedings.

The manuscript of the doctoral thesis *Implementation of Geospatial Data Model in Non-Relational Databases* consists of 139 pages of A4 format, including 62 figures, 9 tables, bibliography consisting of 139 titles, summary in Croatian and English and the author's brief curriculum vitae.

This dissertation explored and analyzed models of spatial data suitable for use in non-relational databases. Taking into account the technical advantages and disadvantages of non-relational databases compared with conventional relational databases, adequate models were proposed that would be suitable for storing data in a non-relational base. The dissertation analyzed cases in which classical relational databases are not suitable for spatial data storage and in which non-relational databases are a more suitable solution. After an introductory chapter describing the motivation for the proposed scientific research, a specific problem that needs to be solved and a review of hypotheses and scientific contribution is provided. The second chapter describes existing research and provides a historical overview of databases which have influenced the development of geoinformation science. In addition, the second chapter describes the shortcomings of previous research in the field of non-relational databases in geoinformatics and spatial data models which are currently most used.

Mario Miler defended his doctoral thesis *Implementation of Geospatial Data Model in Non-Relational Databases* at the University of Zagreb, Faculty of Geodesy on April 28, 2014. The Committee for Defence included Assist. Prof. Dr. Dubravko Gajski, Prof. Dr. Drago Špoljarić and Dr. Miroslav Slamić from the Polytechnic of Zagreb. Prof. Dr. Damir Medak was the mentor.

Implementation of Geospatial Data Model in Non-Relational Databases

The thesis is divided into following main chapters:

- 1 Introduction
- 2 A review of previous research
- 3 Modelling spatial networks
- 4 Key-value spatial models
- 5 Prototype testing
- 6 Conclusion
- 7 Thesaurus
- 8 References



Mario Miler rođen je 6. listopada 1980. u Sarajevu. Osnovnu i srednju školu završio je u Zagrebu. Godine 1999. upisuje Geodetski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu koji završava 2005. godine. Odmah nakon završetka studija zapošljava se na Geodetskom fakultetu kao stručni suradnik, a 2006. postaje znanstveni novak i ubrzo nakon toga i asistent. Održava vježbe iz kolegija: Baze podataka i Modeliranje geoinformacija na preddiplomskom studiju; Baze prostornih podataka, Mobilna izmjera i GIS, Programiranje u GIS-u na diplomskom studiju te Konceptualno modeliranje prostornih podataka na poslijediplomskom specijalističkom studiju. U sklopu projekta TEMPUS, 2008. godine odlazi na višemjesečno usavršavanje u Centre for Geoinformatics (ZGIS) u Salzburgu. Tijekom izrade doktorske disertacije sudjelovao je u doktorskim radionicama The Vespucci Initiative i GeoGeras. Njegovo glavno područje istraživanja je arhitektura geoinformacijskih sustava i prostorne baze podataka. U posljednje dvije godine intenzivno proučava upotrebu geoinformacijskih tehnologija u prometnoj znanosti. Objavio je nekoliko znanstvenih i stručnih članaka u domaćim i inozemnim časopisima te zbornicima radova. Suraduje s mnogim hrvatskim i inozemnim tvrtkama te znanstvenim institucijama na području upotrebe i primjene geoinformacijskih tehnologija.

Rukopis doktorskog rada *Implementacija geoprostornoga modela u nerelacijske baze podataka* sadrži 139 stranica formata A4, uključivši 62 slike, 9 tablica, popis literature sa 139 naslova, sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku i kratki životopis.

U doktorskom radu istraženi i analizirani su modeli prostornih podataka koji su adekvatni za upotrebu u nerelacijskim bazama podataka. Uzimajući u obzir tehničke prednosti i nedostatke nerelacijskih baza podataka u usporedbi s klasičnim relacijskim bazama podataka, predloženi su modeli koji bi bili pogodni za pohranu podataka u nerelacijske baze. Analizirani su slučajevi u kojima klasične relacijske baze podataka nisu pogodne za pohranu prostornih podataka te gdje bi nerelacijske baze podataka bile pogodnije. Nakon uvodnog poglavlja u kojem je opisana motivacija za predloženo znanstveno istraživanje, specifičan problem koji se želi riješiti te pregled hipoteza i znanstveni doprinos, u drugom poglavlju opisana su prethodna aktualna istraživanja kao i povijesni pregled baza podataka koje su utjecale na razvoj geoinformatike. Također u drugom poglavlju opisani su i nedostaci prethodnih istraživanja u području primjene nerelacijskih baza u geoinformatici kao i modeli prostornih podataka koji se danas najviše koriste.

Mario Miler, doktor tehničkih znanosti

Mario Miler obranio je 28. travnja 2014. na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu doktorski rad *Implementacija geoprostornoga modela u nerelacijske baze podataka*. Doktorski rad obranjen je pred povjerenstvom u sastavu doc. dr. sc. Dubravko Gajski, prof. dr. sc. Drago Špoljarić i dr. sc. Miroslav Slamić, prof. visoke škole s Tehničkog veleučilišta u Zagrebu. Mentor je bio prof. dr. sc. Damir Medak.

Implementacija geoprostornoga modela u nerelacijske baze podataka

Doktorski rad podijeljen je na ova osnovna poglavlja:

1. Uvod
2. Prethodna istraživanja
3. Modeliranje prostornih grafova
4. Modeliranje prostora u strukturu s ključevima i vrijednostima
5. Testiranje prototipa
6. Zaključak
7. Pojmovnik
8. Literatura

The third chapter gives an example of spatial data which are by nature a graph structure, but not modelled as such for historical reasons. The aim of this chapter is to explain the role graph structures play in modelling of spatial data and how it is possible to model and index spatial data stored in a graph database. Alternative models of spatial data which could be used in graph databases are proposed, and the advantages and disadvantages of various models are compared. As an example, models are applied to cadastral and road data, as well as to digital terrain data.

The fourth chapter proposes models in which spatial data can be stored as a primitive key-value data model and explains the primary purpose of such an approach. In addition, this chapter describes implementation issues with complex spatial objects, such as lines and polygons using a simple data structure, such as a key-value store, as well as advantages in storing simple spatial objects, such as points. The proposed alternative models take advantage of key-value databases for storing spatial data.

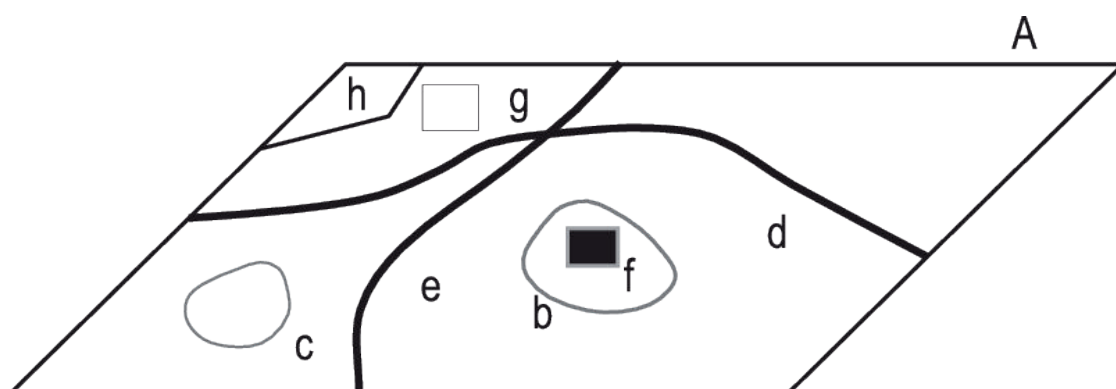
The fifth chapter describes the procedure and results of a test comparing the implementation of spatial data of a road network stored in a non-relational graph database and a classical relational database. Several examples investigate whether there is improvement in the performance of database queries between individual cases and the conclusion is to use graph databases for storing road network data, taking into account queries used most frequently.

Implementation of Geospatial Data Model in Non-Relational Databases

The final chapter presented deficiencies of current approaches in spatial data storing which do not take contemporary technology into account. This chapter also criticizes the fact that spatial data are modelled without taking into account their nature and how they are going to be used in the future. Non-relational databases are currently in the initial stage of development, especially in the field of geoinformation science. They still require a level of standardization like the models in relational databases.

Based on the review and evaluation of the doctoral thesis by Mario Miler, members of the Committee concluded that the author provided valuable scientific contribution to geoinformation science, especially to spatial data model development.

Damir Medak ■



U trećem poglavlju prikazani su primjeri prostornih podataka koji po prirodi imaju strukturu grafova, ali zbog povijesnih razloga nisu u računalima modelirani kao takvi. Cilj tog poglavlja je objasniti koju ulogu strukture grafova imaju kod modeliranja prostornih podataka te na koji je način moguće modelirati i indeksirati prostorne podatke pri pohrani u baze podataka grafova. Predloženi su alternativni modeli prostornih podataka koje je moguće iskoristiti u bazama podataka grafova kao i prednosti i nedostaci pojedinih modela. Kao primjer uzeti su primjeri s katastarskim i cestovnim podacima te primjer digitalnog modela terena.

U četvrtom poglavlju prikazan je način na koji se prostorni podaci mogu pohraniti u primitivne modele s ključevima i vrijednostima (*key-value*) te koja je primarna svrha takve pohrane prostornih podataka. Također, prikazan je problem pri provedbi kompleksnih prostornih objekata, poput linija i poligona, u jednostavnu strukturu podataka kao što je ona s ključevima i vrijednostima te prednosti kod pohrane jednostavnih prostornih objekata poput točaka. Predloženi alternativni modeli koriste prednosti baza podataka s ključevima i vrijednostima za pohranu prostornih podataka.

U petom poglavlju opisan je na primjeru cestovne mreže postupak s rezultatima testa usporedbe primjene prostornih podataka pohranjenih u nerelacijskoj bazi grafova i klasičnoj relacijskoj bazi podataka. Na nekoliko primjera istražilo se postojanje poboljšanja u performansama izvršavanja upita između pojedinih baza te donio zaključak o upotrebi baza grafova za pohranu cestovne mreže, gledajući pri tome na karakteristične upite koji se izvršavaju na takvim podacima.

Implementacija geoprostornoga modela u nerelacijske baze podataka

U zaključku su izneseni nedostaci trenutnog načina na koji modeliramo prostorne podatke ne uzimajući u obzir tehnologiju koja nam je dostupna. Kritizira se način na koji trenutno pohranjujemo prostorne podatke ne uzimajući u obzir njihovu prirodu te budući način korištenja. Izneseno je da su nerelacijske baze tek u začetcima razvoja, pogotovo u području geoinformatike i da treba dosta poraditi na standardizaciji kao što je to trenutno slučaj s modelima podataka u relacijskim bazama.

Na temelju pregleda i vrednovanja doktorskog rada, stručno povjerenstvo smatra da je Mario Miler, dipl. ing. geod., dao izvoran doprinos geomatici i geoinformatici, naročito na području modeliranja geoinformacija i razvoju geoprostornih baza podataka.

Damir Medak ■

