

# Posudek oponenta

*Téma BP: Implementace nástroje pro interpolaci metodou přirozeného souseda do systému GRASS GIS*

*Autor: Bc. Adam Laža*

Cílem bakalářské práce Bc. Adama Laži byl návrh a implementace modulu sloužícího pro interpolaci metodou přirozeného souseda do systému GRASS GIS. Modul by měl být aplikovatelný jak na rastrová, tak na vektorová data.

Předložená bakalářská práce, která je aplikačního charakteru, tematicky zapadá oblasti do oblastí digitální kartografie, výpočetní geometrie, informatiky. Tvoří ji 59 stran textu a 20 stran příloh, čímž poněkud přesahuje požadavky kladené na tento typ práce. K bakalářské práci byl přiložen DVD disk s její elektronickou verzí a zdrojovými kódy.

Úvodní kapitola s délkou 1 strany obsahuje stručnou historii software GRASS GIS. Postrádám zde velmi podstatnou součást každé vědecké práce, a to rešerši současného stavu. Popsaná problematika je dlouhodobě řešena v zahraniční literatuře, příslušné práce či SW výstupy by zde měly být zmíněny.

Následující dvě kapitoly jsou věnovány problematice výpočetní geometrie, a to 2D Delaunay triangulaci (DT) a Voronoi diagramu (VD). V této souvislosti je nutné zmínit, že dělení bakalářské práce na kapitoly je poněkud samoučelné, autor neuvádí, proč tak činí. Práci chybí jednotící pohled, ve kterém by autor zdůvodňoval svoje kroky. Čtenář neznalý problematiky nebude tušit, proč jsou tyto kapitoly zařazeny do textu. Autor tento fakt uvádí pouze v kapitole 1, a to poměrně stručnou poznámkou, že interpolace metodou přirozeného souseda "vychází z DT či VD", což je navíc zavádějící. V této souvislosti také vznáším dotaz, proč autor pro pojmosloví používá definice vlastní a nedrží se zavedené terminologie, což vede k mnoha nepřesnostem a nejasnostem, zmíněných níže.

Následující kapitola je věnována metodám pro konstrukci Delaunay triangulace, stručný popis algoritmů je doplněn pseudokódem. Výběr algoritmů považuji za dostatečně reprezentativní, byť produkčně se používají pouze dva. Vzhledem k faktu, že se autor bude věnovat problematice přirozeného souseda, jaký smysl má popisovat tyto algoritmy, a neuvádět algoritmy pro konstrukci Voronoi diagramu či pro vlastní interpolaci? V pseudokódu se opakovaně objevuje funkce LegalizaceHrany, která není nikde vysvětlena. Kapitola 4 je zaměřena na popis datových struktur používaných pro reprezentaci trojúhelníkových sítí. Výběr datových modelů a jejich popis považuji za dostatečný.

Problematika interpolace metodou přirozeného souseda je stručně popsána v kapitole 5. Ačkoliv se jedná o téma bakalářské práce, obsahuje pouze 17 řádků textu! Z textu není příliš patrné, jak metoda funguje, popis je dosti zmatený (autor opakovaně hovoří o "okradených plochách", str. 39), text navíc nekoresponduje s obrázky. Bylo by vhodné zmínit klady, nedostatky a chování této metody pro různé typy dat, atd.

Z praktické části, zahrnující kapitoly 6 a 7, mám výrazně lepší dojem. Autor detailně popisuje způsob integrace interpolační knihovny do programu GRASS GIS, věnuje se také formátu vstupních i výstupních dat včetně dočasných souborů. Tato část práce je velmi dobře zpracována a svědčí o množství času a práce, které autor nastudování problematiky musel věnovat.

Problematika implementace nové knihovny pro prostorovou interpolaci nahrazující stávající řešení je diskutována v kapitole 7. Prvním nezbytným krokem je náhrada knihovny Triangle (autor prof. Shewchuk) jinou knihovnou s podobnými parametry splňující licenční podmínky pro použití v GRASS GIS. Tento krok se jeví jako poněkud obtížný nejen kvůli kvalitě knihovny Triangle, ale zejména z důvodu snadné konverze topologických datových modelů mezi triangulační a interpolační knihovnou. Jedná se o netriviální operaci, kterou se autorovi vzhledem k náročnosti problému nepodařilo vyřešit s původně navrhovanou knihovnou. Alternativně zvolil knihovnu CGAL podporující nástroje pro interpolaci metodou přirozeného souseda. Softwarový výstup je ve stádiu funkčního prototypu, některé kroky (pomalost) vyžadují ještě další programátorské úsilí, než budou moci být začleněny do software GRASS, avšak to není cílem bakalářské práce. Řadu problémů se autor snažil řešit i v programátorských fórech, zejména problematiku poměrně malého výkonu interpolačních funkcí u knihovny CGAL.

Autor provedl porovnání navrženého software s programem ArcGIS, výsledky shrnul ve formě několika benchmarků. Škoda, že se tato část nachází až v přílohách práce, jako vhodnější by se jevilo její začlenění do samostatné kapitoly. Dosažené výsledky považuji za zajímavé a slibné.

Další připomínky a komentáře:

- 10 "Dle mého názoru je to právě cesta open-source, kterou se budou soukromé firmy, věda a vývoj ubírat." V oblasti vědy je tento přístup poměrně často používán, v případě komerčního vývoje, kde je vývoj často velmi nákladný, jsem k této variantě skeptický. Pouze velmi malé množství komerčního SW je dostupné jako open-source. Nepolemizuji v tomto bodě s myšlenkou open-source, kterou považuji za velmi prospěšnou, ale spíše s optimismem autora.

- 14 Konvexní obálka "... má co nejmenší plochu a ... spojnice mezi kterýmikoliv body... leží uvnitř...". Vhodnější formulace, např. "spojnice libovolných dvou bodů neleží vně této množiny".
- 15 Formulace "Žádná dvojice trojúhelníků se nepřekrývá, tzn.  $Int(t_{ijk}) \cap Int(t_{lmn}) = 0$ " je pro triangulaci poněkud matoucí. Označení  $Int$  představuje "Interior" nebo "Intersection"? Pokud "Interior", pak je definice v pořádku.
- 16 Formulace "Náhodně roztroušená data" není vhodná, roztroušená je např. skleróza.
- 18 Min-max a max-min kritéria se neprovádějí zpravidla nad celou triangulací, ale nad její podmnožinou (konvexním čtyřúhelníkem).
- 18 Citace "MinMax podmínka[6]" v nadpisu odstavce není vhodná, obecně necitovat v nadpisech (vyskytuje se opakovaně).
- 20 Vyjádření, že pokud budeme edge swapping aplikovat na celou triangulaci, tak dojde k její legalizaci, je nepřesné.
- 21 Formulace "Oblasti na okraji jsou neohrazené." je poněkud matoucí, lépe "Voronoi buňky, jejichž generátory leží na konvexní obálce, nejsou uzavřené".
- 23 Formulace "Spojnice, které jsou přiřazeny k neuzavřeným oblastem, tvoří konvexní obal." je matoucí.
- 31, 51, 52 Proč jsou strany z poloviny prázdné? Obsahují pouze několik řádky textu.
- 32 Nerozumím formulaci "Struktura je velmi nenáročná, co se požadavků na kapacitu týče...".
- 38, 39 Pojem "ukradené plochy" zní poněkud zvláště.
- 47 Proč se v maticích vyskytují hodnoty NaN, jedná se o nějakou výpočetní chybu?

Navzdory množství připomínek považuji téma za zajímavé, originální, s množstvím autorské invence, avšak po formální stránce práce poněkud utrpěla. Při tvorbě softwarových výstupů naopak autor odvedl značné množství programátorské-analytické práce, jejíž výsledky jsou přínosné.

Předložená bakalářská práce má ucházející grafickou úpravu, z hlediska přehlednosti by jí prospělo poněkud lepší strukturování textu (dělení práce na teoretickou a praktickou část nepovažuji za vhodné) a méně pravopisných chyb. Jako celek působí nevyváženě, teoretická část příliš nekoresponduje s tématem práce, praktická část je výrazně lepší.

Zadané téma práce byla splněno, bakalářská práce kromě výše uvedených připomínek nevykazuje jiné významné formální či obsahové nedostatky.

Na základě výše uvedeného hodnocení **doporučuji** předloženou bakalářskou práci k obhajobě a hodnotím ji stupněm

C (dobře).

V Praze dne 8. června 2015

Ing. Tomáš Bayer, Ph.D.

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

