

## Posudek oponenta bakalářské práce

Autor práce: Jiří Bešta

Název bakalářské práce: *Detekce a klasifikace terénních rysů ve velkých množinách bodů.*

Bakalářská práce Jiřího Bešty se zabývá problematikou automatické detekce a klasifikace vybraných terénních rysů ze vstupních dat tvořených bodovými mračky leteckého laserového skenování. Práce má výzkumně/aplikační charakter, kombinuje přístupy používané v matematice, geoinformatice a digitální kartografii.

Předložená práce má 51 stran textu, je doplněna obrazovými přílohami a zdrojovým kódem v jazyce C#. Vlastní text je rozdělen do 7 kapitol.

Kapitolu 2 věnovanou definicím základních pojmů (celkem 2 strany) bylo by možné spojit s kapitolou 3 nazvanou poněkud netradičně „*Rozbor terénního reliéfu*“ (lépe např. „*Klasifikace terénních tvarů*“) věnující se detailnímu popisu nejvýznamnějších terénních tvarů a jejich grafickému znázornění doplněnému kartografickou reprezentací v mapě. K této části mám drobnou připomínku, která je relevantní i pro další kapitoly práce, a týká se nepřesné terminologie z oblasti matematiky (str. 7), např.: „*Tečna roviny*“ (*Tečná rovina*), „*Povrch S*“ (*Plocha S*), „*Úhel vektoru PQ a roviny*“ (*Odchylka přímky PQ od roviny*), „*Sklon tečné roviny*“ (není jasné, co má autor na mysli).

Kapitola 4, která představuje rešerši do problematiky, je velmi stručná. Zmiňuje pouze 5 zahraničních zdrojů v časopisech s IF a nezahrnuje klíčové publikace z této oblasti; zbývající publikace představují převážně webové stránky či manuály k SW.

Klíčovou částí práce je kapitola 5, která se na zhruba 8 stranách věnuje návrhu vlastní metodiky segmentace terénu. Autor nejprve popisuje základní geometrické charakteristiky, podle kterých bude klasifikace prováděna. Jejich počet a výběr (celkem 5) považuji pro účely práce za dostatečný. K použité terminologii mám podobné připomínky jako v kapitole 3. Definice „*sklonu*“ (str. 22) je nepřesná, ve vzorcích namísto textového vyjádření (stoupání) je vhodnější používat zástupné proměnné, „*úhel sklonu*“ nahradit vhodnějším termínem „*gradient*“. Pokud obor hodnot  $\text{atan2}(-\pi, \pi)$  chceme transformovat na interval  $(0, 2\pi)$ , není mi jasný převod na str. 23. Pro segmentaci terénu autor používá dvojici křivostí „*Plan Curvature*“ resp. „*Profile Curvature*“, v práci překládané jako „*planární*“ resp. „*profilová*“ křivost. Jedná se zřejmě o hlavní křivosti plochy ve směru tečny vrstevnice resp. gradientu. Formulace „*Křivost v okně 3 x 3 lze popsat polynomem 4. řádu*“ (str. 23) je poněkud matoucí, podstata této metody je trochu jiná.

Návrh metody segmentace terénu bere v potaz důležitou vlastnost bodových mraček, a to jejich nerovnoměrnou prostorovou hustotu, využívá mapování bodů do pomocného rastru. Tento krok vede k sekundární diskretizaci problému, která přináší některé výhody (výpočetní složitost) či nevýhody (lokální pohled, maska 3 x 3 pixely). Za zajímavé považuji využití separačního vektoru a indexu homogenity. Autor volí parametry rastru tak, aby rozměry odpovídaly skutečné velikosti území. Jáká je velikost pixelu takového rastru, nebylo by vhodnější použít měřítkový koeficient? Navržené metodice by pomohl detailnější popis jednotlivých kroků doplněný úvahou o jejich širším smyslu. Proč je na Obr. 5.9 uvedena hodnota  $\sqrt{2}$ , zatímco na Obr. 5.10 místo  $\frac{\sqrt{2}}{2}$  nalezneme 0.707?

Předběžné výsledky jsou podrobně prezentovány v kapitole 6, vstupní data jsou představována DMR5G (bodové mračky, šest mapových listů). Na základě empiricky stanovených prahových hodnot indexů homogenity byly následně provedeny pokusy o předsegmentaci území do několika tříd (5). Dosažené výsledky s vizualizacemi klasifikovaných tříd ukazují, že elementární tvary (terénní hrany, svahy s konstantním sklonem, údolnice) lze s využitím navržené metody snadno a efektivně rozpoznat.

Kapitola 6.3 věnující se vlastní klasifikaci reliéfu do komplexnějších terénních tvarů s využitím syntézy více tříd konceptuálně nezapadá do kapitoly 6; je součástí metodiky, měla být umístěna v předchozí kapitole.

Autor se snaží, a to alespoň v konceptuální formě, navrhnout pravidla, která by umožnila předsegmentovaná území agregovat ve složitější tvary. Praktický experiment ověřující efektivitu tohoto postupu však již nebyl proveden. Do textu by bylo vhodné doplnit srovnání s nějakým existujícím řešením či ověření efektivitu/přesnosti klasifikace (např. porovnáním s vrstvami ZABAGED).

Zdrojový kód aplikace byl vytvořen v programovacím jazyku C#, jako vývojové prostředí bylo použito Microsoft Visual Studio. Aplikace je plně funkční, umožňuje provádět všechny v práci popsané předsegmentace a jejich vizualizace. K tomuto bodu mám pouze drobné poznámky: místo číselných literálů využívat konstanty, řídicí proměnné  $i, j$  ve vnořených cyklech `for` definovat jako lokální proměnné, zdrojový kód doplnit větším množstvím komentářů.

Grafická úroveň práce je velmi dobrá, text je však místy méně přehledný, není jasně, proč autor jednotlivé kroky dělá, co přinesou, jaké jsou jejich výhody. Některé grafické výstupy jsou příliš titěrné, což zhoršuje jejich přehlednost v textu (u obrázků využít šířku celého tiskového pole). Bylo by vhodné také přidat legendu popisující jednotlivé kategorie; na různých obrázcích mohou body stejné barvy znamenat něco jiného.

Bakalářská práce zůstala tak trochu v půli cesty. Student vykonal velké množství práce, elementární předsegmentaci terénu se v praxi podařilo úspěšně realizovat, navazující agregace zůstala ve fázi konceptuální. Nutno však poznamenat, že se jedná o téma natolik komplexní, že by mohlo být využito jak v diplomové, tak i v disertační práci. Řadu pojmů a termínů musel student nastudovat samostatně (spadají do oblasti geoinformatiky a digitální kartografie), za což ho chválím.

Zvolené téma je aktuální, bakalářská práce nevykazuje další formální či obsahové nedostatky. Na základě výše uvedeného doporučuji předloženou práci k obhajobě a hodnotím ji stupněm

-velmi dobře-.

V Praze dne 30. května 2021

doc. Ing. Tomáš Bayer, Ph.D.

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy