

Posudek oponenta diplomové práce

Autor práce: Bc. Ivo Brýdl

Název práce: Automatická generalizace 3D modelů budov

Cíl diplomové práce Bc. Ivo Brýdla představoval vývoj nové metody pro generalizaci 3D modelů budov zohledňující topologii. Zvolené téma je aktuální a svou náročností přesahuje požadavky běžně kladené na tento typ kvalifikačních prací. Diplomová práce je zaměřena do oblastí digitální kartografie, výpočetní geometrie, teoretické informatiky; je prací teoretickou s konkrétním aplikačním výstupem ve formě generalizačního software.

Předložená diplomová práce má 83 stran, je doplněna přílohami se zdrojovými kódy generalizačních algoritmů na DVD disku.

Kapitola 2 je věnována problematice datových reprezentací v třírozměrném prostoru. Autor se zabývá popisem základních typů reprezentace (objemové a plošné), prostorové indexace a topologickými modely. Z teoretického hlediska se jedná o kapitolu důležitou, doplněnou řadou definic. Kapitola je velmi dobře zpracována, obsahuje rozsáhlou rešerši problematiky. Vzhledem k šíři popisované problematiky se však autor dopouští několika drobných nepřesností, které uvádím níže:

- str. 10: „*Tímto primitivem je těleso, tedy modelování objemu.*“ Formulace je nejasná.
- str. 12: „*Plošková reprezentace*“. Používá se pojem plošná reprezentace.
- str. 13: „*Každá plocha ohraničující polyhedron musí být tvořena body, které leží v jedné rovině.*“ Neplatí, avšak autor měl pravděpodobně na mysli stranu mnohostěnu.
- str. 13: „*Pro čtvrtý až n -tý bod se kontroluje vzdálenost bodu P od roviny určené prvními třemi body. Vzdálenost D musí být nulová.*“ Proč musí být vzdálenost takového bodu od strany v mnohostěnu nulová? Prosím o vysvětlení u obhajoby. V čitateli vzorce navíc chybí absolutní hodnota.
- str. 13: „*Naopak, pokud je hrana sdílena více než třemi plochami, znamená to, že jsou modelovány alespoň dva objemy nebo dokonce non-manifold geometrie.*“ Autor dává do souvislosti objem jako skalární veličinu s geometrií tzv. nevyrobitelných těles. Zřejmě vychází z definice manifoldu, jehož každá hrana inciduje se dvěma plochami a jehož hrany neprotínají jiné plochy.
- str. 14: V souvislosti s grafy preferujeme pojem uzel před autorem často používaným „vrcholem“. Kořenový strom je orientovaný graf.
- str. 16: Definice zde uvedená je poněkud nepřehledná.
- místo termínu „polyhedr“ je vhodnější použít „mnohostěn“.

Kapitola 3 je věnována stávajícím konceptům 3D generalizačních algoritmů, představuje detailní rešerši stávajícího stavu. K této kapitole mám pouze drobné připomínky:

- str. 22: Na obrázku 3.3 popisovaná operace z geometrického hlediska nepředstavuje sjednocení hrany. Z hlediska triangulačního algoritmu, který zde autor popisuje, se jedná o decimaci hrany.
- str. 23: „*Aplikací uvedených operátorů tedy dojde k zjednodušení geometrie. Díky metrikám, které sledují odchylku od původního modelu, se zachovává i původní tvar.*“ Při těchto operacích dochází ke zjednodušení geometrie a tvaru. Míra podobnosti dvou povrchů nemusí být metrikou.

- str. 24: Obrázek 3.5 je nečitelný.

Těžiště práce představuje kapitola 4, která je věnována návrhu generalizačního algoritmu. Jedná se o původní metodu s originálním přístupem, která doposud nebyla publikována v odborné literatuře. Po předzpracování dat je provedena konverze do half-edge struktury (autor používá termín „*půl-hranová struktura*“, obecně je však preferována anglická varianta) s následnou aplikací topologie pravidel pro zjištění vzájemných vztahů mezi generalizovanými objekty. Využívá 4-Intersection model, který popisuje většinu vzájemných vztahů, kterých mohou dva generalizované objekty nabývat. Nalezení topologických relací mezi objekty je realizováno autorem navrženou heuristikou; toto řešení považuji za zajímavé a přínosné.

Vlastní generalizační algoritmus využívá Minkowského sumu generalizovaného mnohostěnu a jednotkové krychle (natáčí se dle hlavních směrů budovy) a umožňuje zarovnávat tvarové nepravidlosti budov. Závěrečný krok algoritmu představuje aplikace agregačního algoritmu. Výše uvedený algoritmus lze aplikovat pro různé LOD.

Autorem navržené řešení je velmi komplexní, jeho implementace popsána v následujících kapitolách je netriviální. Pro geometrické algoritmy je využita knihovna CGAL, programovací jazyk C++, data jsou uložena v prostorové databázi (PostgreSQL), prostorová indexace je realizována za použití R-tree. Zdrojový kód je velmi rozsáhlý, místy by mu prospěla lepší optimalizace (např. předávání referencí místo hodnoty, používání `const`, atd). Nutno poznamenat, že jazyk C++ se autor naučil používat samostatně. Kapitoly 5-7 navrhuji spojit a transformovat v podkapitoly.

Kapitola 8 je věnována výstupům generalizačního algoritmu na reálných datech napříč LOD. Hodnocená výsledků založené na odchylkách generalizovaného a původního objektu je bližší přístupu počítačové grafiky, pro kartografické zhodnocení výstupu by bylo třeba komplexnějšího přístupu. Algoritmus poskytuje slibné výsledky, pro detailnější zhodnocení bude třeba dalšího testování. Zajímavé by bylo doplnit text o srovnání s existujícími řešeními.

Zadané téma byla splněno, práce nevykazuje formální či obsahové nedostatky. Grafická úroveň práce je výborná, použité citace jsou v souladu s normami, literatura je představována cca 40 publikacemi.

Autor navrhl, implementoval a otestoval generalizační algoritmus pro zjednodušování 3D budov, navržená řešení jsou původní, poskytují zajímavé výsledky a jsou přínosné i v mezinárodním kontextu. Doporučuji práci publikovat v zahraničním odborném časopise. Způsobem zpracování i objemem vykonané práce výrazně přesáhl požadavky kladené na diplomovou práci a vytvořil funkční řešení použitelné v praxi.

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

-výborně-.

V Praze dne 9. září 2017

doc. Ing. Tomáš Bayer, Ph.D.

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

