Posudek na doktorskou disertační práci

RNDr. Petry Surynkové

ANALÝZA BODOVÝCH MNOŽIN REPREZENTUJÍCÍCH POVRCHY TECHNICKÉ PRAXE

Předložená disertační práce studuje poměrně zajímavý problém: jak co nejlépe zachytit povrch tělesa, které známe pouze z jeho digitálního obrazu. Tedy jak z mračna bodů, které je v podstatě jedinou informací, jíž o daném objektu máme, zrekonstruovat jeho povrch. Speciálně si autorka klade za cíl rekonstrukci reálných objektů (např. povrchů různých staveb), které jsou většinou nějak symetrické. Práce je psána česky s minimem gramatických chyb či překlepů a je poměrně rozsáhlá (téměř 300 stran). Typografická úroveň je přijatelná, i když poukazuje na nedostatečnou schopnost Wordu zapsat pěkně delší matematické vzorce, to ale není problém doktorandky. Práce byla podána v oboru 4M8, Obecné otázky matematiky a informatiky a stojí na pomezí těchto dvou oborů. Navíc lze očekávat i jistý didaktický přínos práce.

V krátkém úvodu autorka vymezuje cíle práce a upozorňuje na hlavní výsledky. Druhá kapitola má spíše rešeršní charakter a popisuje známé metody ve studované problematice. Třetí kapitola pak popisuje aproximační metody při analýze mračen bodů. Věnuje se především prokládání dat křivkou metodou nejmenších čtverců, ortogonálnímu prokládání dat přímkou ve dvou a třech dimenzích a zobecněním těchto metod pro funkce dvou proměnných (tj. místo křivkou prokládáme data rovinnou či obecněji danou funkcí dvou proměnných). Další kapitola pak představuje některé vlastní výsledky autorky, totiž iterační metody analýzy bodové množiny, založené na známé metodě největšího spádu. Jde zejména o metodu hledání osy obecné rotační plochy (speciálně pak plochy válcové) a hledání rovin symetrie. Následující kapitola se věnuje povrchové analýze, především hledání odhadu tečných rovin a normál pro bodové množiny a hlavní aplikaci, tj. konstrukce triangulace pro obecnou plochu či pro plochu rotačně symetrickou zadanou jako mračno bodů. Všechny algoritmy jsou podrobně ilustrovány „umělými“ příklady. Další kapitola pak ukazuje aplikaci těchto metod na reálných příkladech získaných skenováním malých objektů, ale i třeba klenby Vladislavského sálu. Závěrečná kapitola pak shrnuje výsledky a naznačuje další směry studia.

Při četbě práce jsem si nebyl jist, jakému typu čtenáře je určena. Pokud by se mělo jednat o práci ryze odbornou, pak vlastní výsledky by zcela jistě převyšovaly úroveň standardní diplomové práce, ale zda dosahují úrovně práce disertační, zde mám jisté pochyby. Vlastních myšlenek není až tak mnoho, jde převážně o sice netriviální, ale poměrně přímočaré výpočty. Stejně tak i pokud jde o publikace; těch je sice relativně hodně, jde ale (až na jednu výjimku) pouze o sborníky z konferencí a publikace v nějakém seriozním odborném časopise zcela chybí. Samozřejmě se nabízí druhá možnost, tedy že práce má spíše didaktický charakter a má spíše metody vysvětlit mírně širšímu publiku, které se sice o problematiku zajímá, má jisté matematické základy, ale nepracuje přímo v oboru. Tomu nasvědčuje i poměrně rozsáhlá třetí kapitola. Než jsem se dostal k tomu, co vlastně autorka chce studovat, musel jsem se probít cca. 150 stranami matematicky ne příliš hlubokého textu a upřímně řečeno, nevím, zda bych práci neodložil dříve nebýt toho, že jsem na ni měl napsat posudek. I samotný způsob výkladu mě příliš nepřesvědčil. Poměrně detailně je vyvozena metoda aproximace funkce metodou nejmenších čtverců (přičemž se zbytečně výklad zatemňuje tím, že se uvažuje obecně k různých funkcí, i když aplikace jsou dále dělány pouze pro mračna bodů a žádné funkce nejsou třeba), poté se pečlivě vyvozuje metoda ortogonálního prokládání dat přímkou, bez nějakého odůvodnění se řekne, že tato metoda je více uplatnitelná v praxi, aniž by se vysvětlilo, že rozdíl je spíše v typu úloh, na které se metody aplikují, a vysvětlilo se, proč je pro v práci studované úlohy druhá metoda lepší. Navíc jako zdůvodnění, proč je odvození tak podrobné, se uvádí, že metoda není pro česky mluvícího čtenáře uspokojivě v literatuře popsána. To je ale trochu sporné, dnes se většina matematických textů těžko hledá jinak než anglicky. V průběhu výkladu je třeba použít větu o extrémech kvadratické formy na sféře. Jde o klasický výsledek, autorka má ale pocit, že větu je třeba dokázat. Uvede tedy algebraický důkaz tak, že se odkáže na Větu 3.4, jejíž důkaz neuvede. (Samozřejmě je k dispozici i jiný důkaz Věty 3.3, založený na vázaných extrémech, tím si ale také moc nepomůžeme.) Proč se tedy důkaz Věty 3.3 uvádí? Podobně jsou dále uvedeny Věty 3.5, 3.6 a 3.7, kde opět dokazuje jednu větu a ostatní ne, přičemž věty nemají přímou souvislost s textem. Dále je pak uvedena definice totálního diferenciálu (Definice 4.1). Pokud čtenář neví, co je to totální diferenciál, těžko může rozumět výkladu práce. Nemluvě o tom, že definice uvedená v práci je špatně. Těmito věcmi se autorka vyčerpá natolik, že až dojde do kapitoly 5 a má mluvit o věcech, které jsou opravdu netriviální (jako například Delaunayova triangulace), tak kromě definice a pěti řádků týkajících se vlastností pouze konstatuje, že je součástí Matlabu a tudíž o ní více mluvit nebude.

K výkladu mám ještě další připomínky. Formule (3.4) na str. 43 je zjevně nesmyslná, příslušný integrál zcela jistě nekonverguje. Jde ale o zcela zbytečnou poznámku, která má text zobecnit a tím ho zbytečně zatemňuje. Dále na str. 45 nevím, co mám rozumět pod pojmem "podobná věta". Jde o stejné tvrzení, či o něco analogického, či něco jiného "vypadající stejně"? Tak se matematický text psát nesmí. Dále na str. 71 (poslední odstavec) se tvrdí, že přímka rovnoběžná s osou y se nedá vyjádřit jako funkční závislost. To je ale něco, co se často nepřesně říká na střední škole a na naší fakultě by nemělo mít místo. Stačí uvažovat $x = g(y)$ a funkční závislost je na světě. Dále, proč neplatí vztah (4.1) na str. 121, je-li $\nabla f(a) = 0$? Na straně 122 se zmiňuje tvrzení: „nabývá-li jednorozměrná reálná funkce φ_k v nějakém bodě $\lambda^* \in \mathbb{R}$ svého lokálního minima, pak $\varphi'(\lambda^*) = 0$“. Především toto tvrzení bez dodatečného předpokladu neplatí, ten však v textu explicitně uveden není. Navíc se výše v textu disertační práce říká, že se opřeme o toto tvrzení a budeme ho používat jako předpoklad. Jak lze tomuto rozumět? Podobných sporných momentů bych mohl nalézt více. Tedy opravdu nevím, zda tato práce může být přínosem pro člověka, který trochu matematiku umí (tak někde mírně lépe než absolvent střední školy), neumí anglicky (nebo se mu nechce hledat odborný text) a chce danou problematiku pochopit. Je ale třeba i říci, že část výtek, především v koncepci samotné práce, padá spíše než na adresu autorky na vrub školitelky.

Na druhou stranu obsahuje práce i dost pozitiv. Z publikací je vidět, že doktorandka pracovala poměrně samostatně, snažila se své výsledky prezentovat na poměrně velkém množství konferencí různého zaměření. Práce po opravě nedostatků, které mají spíše lokální charakter, je popisem zajímavých metod, část z nich je pak vlastním výsledkem autorky. Vše je doloženo velkým počtem poměrně velmi dobře okomentovaných příkladů. I když je většina z nich spíše akademických, předposlední kapitola dokazuje, že metody mohou být použité i pro studium reálných úloh. Autorka je zcela jistě schopna vlastní tvořivé práce.

I přes množství výtek výše mohu závěrem konstatovat, že práce určitě splňuje minimální požadavky kladené na doktorské disertační práce v oboru 4M8. Proto ji doporučuji k obhajobě.

Měl bych následující náměty k diskuzi:

V kapitole 4.3 je představena metoda hledání obecné osy rotace. Je zřejmé, že metoda bude konvergovat i tehdy, když mračno bodů nebude obecně symetrické? Pokud ano, můžete to dokázat?

Jak dlouho (a na jakém počítači) trvá výpočet triangulace u klenby v Sekci 6.2? Uvažovala jste i o jiných metodách, které by výpočet (pokud trvá příliš dlouho) zkrátily?

V Praze dne 14. října 2013 Doc. Mgr. Milan Pokorný, Ph.D.