FAKULTA DOPRAVNÍ

Mgr. Šárka Voráčová, Ph.D.

Katedra aplikované matematiky

Na Florenci 24,110 00 Praha 1

FAKULTA DOPRAVNÍ ČVUT V PRAZE

Oponentský posudek na disertační práci

# „Analýza obecných tvarových ploch realizovaných polygonálních sítí“

doktorandky Mgr. Nikoly Pajerové.

## Dosažení v disertaci stanoveného cíle

Hlavním cílem práce bylo nalezení metody pro tvarový popis polygonálních sítí aproximujících povrch skenovaného objektu a vývoj metody pro určení podobnosti těchto sítí. Na základě rozsáhlého testování na navržených kalibračních objektech byl učiněn pozitivní závěr o platnosti navržených metod. Všechny v disertaci stanovené cíle byly beze zbytku splněny.

## Úroveň rozboru současného stavu problematiky

Autorka předkládá rešerši aktuálního stavu této problematiky, vysvětluje principy nemalého počtu tvarových popisovačů (shape descriptor), ale metody, kdy je daný bod zkoumán pomocí odhadu normály, tečné roviny a průmětů bodů okolí, což je princip počítání hlavních křivostí spojitých ploch, zmiňuje jen okrajově. Pro porovnání kvality polygonálních sítí je v literatuře popsáno několik metod využívající diskrétní analogie pojmů diferenciální geometrie ploch. Jejich zařazení do přehledu by bylo, s ohledem na v práci navržené metody, vhodné.

## Teoretický přínos disertační práce

Tvarové funkce 3D reprezentace jsou důležitým základním faktorem pro počítačové vidění i výpočetní geometrii, využívají je základní algoritmy jako například registrace společných bodů skenů, rozpoznávání objektů i porovnávání povrchů. Studium tvarových funkcí vhodných pro různé typy objektů a aplikací je aktuální výzvou zpracování výstupů 3D scannerů, což mj. dokládá i existence poměrně velkého množství nejrůznějších metod publikovaných v nedávné době. V práci prezentovaná analýza geometrických vlastností polygonálního modelu je hodnotným přínosem k této problematice.

## Praktický přínos disertační práce

Zpracováním dat ze 3D skeneru se zabývají všechny fakulty ČVUT, v současné době jsou rozvíjeny metody pro automatickou rekonstrukci scény, virtuální realitu, autonomní vozidlo, analýzu historických objektů atd. Akcent na lokální invarianty geometrie sítě je, pokud je mi známo, jedinečný. Množství aplikací popsaných v práci poukazuje na značný potenciál výsledků navržených metod, které se jeví jako obecně použitelné k vytěžování dat ze 3D skenování. Pro možnost spolupráce na dalším

výzkumu doporučuji zvážit zveřejnění programů ve veřejně dostupných databázích, vzhledem k použitému software např. MathWorks File Exchange.

## Vhodnost použitých metod řešení a způsob jejich aplikace

Porovnávání podobností polygonálních sítí pomocí odhadu křivostí pracuje s nejdůležitějšími lokálními invarianty regulárních ploch. Je to historicky ověřený způsob klasifikace tvaru plochy v okolí zvoleného bodu. Diskrétní křivosti se dlouhá léta úspěšně používá při rozpoznávání i rekonstrukci 2D objektů.

Doktorandka aplikovala navržené metody na vhodně zvolených objektech, experimenty respektovaly zásady metrologického přístupu. Množství testů na kalibračních artefaktech i obecných tvarových plochách a důsledná analýza opakovaného měření, snesou srovnání s přístupy verifikace algoritmů implementovaných v akreditovaném software pro 3D skenování.

Obecně jsou lokální tvarové funkce citlivé na kvalitu dat, např. lokální popisovač PFH (Point Feature Histograms) vykazuje malou odolnost vůči Gaussově šumu. Prosím doktorandku, aby se při obhajobě zmínila, zda testovala robustnost navržených metod vůči chybám měření, natočení modelu, případně změně osvětlení.

## Formální úroveň práce

Text je logicky strukturován a bohatě ilustrován názornými obrázky. V úvodu jsou stručně vypsány používané termíny z diferenciální geometrie, tvarových funkcí a metrologie. Míra heslovitosti textu teoretického přehledu je diskutabilní, pro hlubší zasvěcení do problematiky by pomohlo hojnější odkazování na relevantní literaturu.

Po formální stránce lze práci vyčíst přiměřené množství překlepů, chyb ve značení a prohřešků proti zásadám sazby. Při množství publikací a matematickém zaměření doktorandky mě překvapil neelegantní způsob sazby matematických vzorců (str. 19–21) a užití rastrových obrázků (str. 29, 32, 81). Uvedené nedostatky se vyskytují v malé míře, nesnižují úroveň a přínos práce.

## Doktorandka prokázala odpovídající znalost v daném oboru, práci doporučuji k obhajobě.

V Kladně 9. 4. 2024

Šárka Voráčová

Katedra aplikované matematiky

FD ČVUT v Praze