

## Posudek oponenta diplomové práce

Název práce:	<b>Vytváření hloubkových map ve vysokém rozlišení</b>
Student:	<b>Bc. Tomáš Kříž</b>
Vedoucí:	Ing. David Sedláček, Ph.D.
Oponent:	Ing. Jaroslav Sloup

Diplomová práce pana Kříže se zabývá zvýšením rozlišení hloubkových map pořízených pomocí Time Of Flight hloubkových kamer, které využívá spojování informací z více hloubkových map pořízených v čase.

První část práce je zaměřena na rešerši existujících metod a jejich srovnání. Diplomant implementoval metodu LidarBoost a porovnal ji s dalšími vybranými metodami filtrování pomocí mediánu a bilaterálního filtru řízeného mapou hran (využívá pro klasifikaci hran naučená data). Z provedeného porovnání vyplynulo, že žádná z testovaných metod, co do kvality výstupu, není jednoznačně/výrazně lepší než ostatní a záleží hodně na typu scény, resp. složitosti hran. Poměrně dobře si na testovacích datech vedla metoda bilaterálního filtru, která se ale pro svou složitost nehodí pro zvýšení rozlišení hloubkových map v reálném čase. Metody jsou porovnány z hlediska střední kvadratické chyby (RMSE) a počtu chybných pixelů (str. 25), ale nejsou uvedeny informace o rozlišení použitých hloubkových map či jejich obrázky pro představu o složitosti hran v obraze. Zdrojové kódy od implementované metody LidarBoost nejsou bohužel na přiloženém CD k dispozici a tak nelze ověřit její funkčnost.

Na základě provedené analýzy se diplomant pokusil o implementaci vlastní metody s cílem dosáhnout co největší rychlosti zpracování a kvality větší než standardní filtrování mediánem. Metoda je založena na supersamplingu pomocí metody mediánu s omezením interpolace výsledného obrazu pomocí detekce hran (hranové detektory Sobel a Canny + metody pro ztenčení hran non-maxima suppression a Zhang-Suen), což by teoreticky mělo vytvářet ostré hrany a hladké gradienty hloubkové mapy.

Výsledky testování (kapitola 11) indikují, že při správném nastavení parametrů je implementovaná metoda téměř stejně rychlá jako medián a dosahuje o 5-15% lepších výsledků. Přesnost výsledků je nicméně závislá na kvalitě detekované hrany a v budoucnu by bylo vhodné, jak sám autor uvádí, provést další experimenty i s jinými hranovými detektory. Nikde v práci bohužel není uveden seznam parametrů implementované metody a jejich optimální nalezené hodnoty pro testované obrázky. Postrádám také porovnání s metodou bilaterálního filtru, zejména proto, že se implementace jeho chování snaží aproximovat či s autorovou implementací metody LidarBoost. V popisu implementace fáze rekonstrukce autor uvádí, po prodiskutování několika možných nevhodných řešení, že nakonec použil velmi jednoduchou aproximaci, ale z textu není jasné jakou. V souvislosti s testováním není zřejmé, jak by se optimální nastavení implementované metody provádělo při praktickém použití, resp. jak by se hledaly optimální parametry pro konkrétní hloubkové mapy (manuálně nebo máte implementovaný nějaký automatický postup?). Pokud neexistuje univerzální či algoritmicky určitelné optimální nastavení pro všechny scény, tak to považuji za slabinu metody.

Jazyková, formální i typografická kvalita textu práce je na dobré úrovni, text je dobře čitelný, srozumitelný a množství překlepů je na přijatelné úrovni. Po obsahové stránce nemám skoro žádné připomínky, neboť práce má vyváženou strukturu, je logicky uspořádaná, přehledně členěná a nabízí ucelený pohled do řešené problematiky. Všechny použité informační zdroje jsou v práci řádně citovány. Větší výtku mám pouze k vlastní vizuální prezentaci výsledků, např. na obr. 27 jsou rozdíly mezi dvojicí výsledných obrázků téměř nerozlišitelné a chtělo by to zvolit vhodnější formu prezentace, stejně tak prezentace rozdílů formou odečtení obrázků není vhodná pro tisk (viz obr. 22c a 23c, které jsou zcela černé). Chybí také testování pro jiné zvětšení než 4x (2x v každém směru) a jak se mění chyba implementované metody v porovnání s mediánem v závislosti na zvětšení.

Otázky k obhajobě:

- Pro implementaci metody LidarBoost jste použil jinou optimalizační metodu a výpočet jste zrychlil použitím výstupu z mediánového filtru. Testoval jste, jak se tato změna projevila na kvalitě výstupu?
- V podkapitole 11.2 uvádíte vliv počtu snímků na kvalitu výsledku a konstatujete, že k největšímu zlepšení dojde během prvních 15 snímků a zmiňujete posun této hranice při změně rozptylu použitého náhodného generátoru. Prováděl jste nějaké testy na skutečných datech, kdy se kamera pohybovala scénou nebo jste používal pouze předgenerované zmenšené snímky s přidaným šumem?

**Závěr:**

Předložená diplomová práce splňuje zadání, neboť implementované řešení je funkční, nicméně postrádám srovnání s jinou metodou než je medián a prezentace vizuálních výsledků je nepřesvědčivá, a proto ji hodnotím klasifikačním stupněm **C – dobře**.