

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Real-time phase reconstruction for dielectrophoretic micromanipulation (Fázová rekonstrukce pro dielektroforetickou mikromanipulaci v reálném čase)
Jméno autora:	Bc. Viktor-Adam Koropecský
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra řídicí techniky - K13135
Oponent práce:	Ing. Karel Fliegel, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	FEL ČVUT v Praze, Katedra radioelektroniky - K13137

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Hlavním cílem zadání diplomové práce bylo implementovat a následně ověřit účinnost algoritmu pro rekonstrukci fáze v reálném čase pro digitální holografickou mikroskopii DHM (Digital Holographic Microscopy) bez použití optických prvků a to v rámci existující platformy pro dielektroforetickou mikromanipulaci. Zadání lze považovat za průměrně náročné, vyžaduje nejprve nastudování problematiky DHM, obvyklé zpracování přehledu současného stavu v oblasti rekonstrukčních algoritmů, vývoj vlastního algoritmu a implementaci na GPU platformě pro zpracování v reálném čase. Výhodou zde byla poměrně rozsáhlá aktuální odborná literatura k tomuto tématu, včetně předcházejících závěrečných prací.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Předložená diplomová práce splňuje požadavky zadání v plném rozsahu. Byl proveden přehled současného stavu v oblasti algoritmů pro rekonstrukci fáze a potlačení rekonstrukčních artefaktů DHM. Vybraná metoda s ohledem na požadavek zpracování v reálném čase byla nejprve v podobě prototypu realizována v Matlabu a následně implementována na platformě GPU v CUDA. Úspěšně bylo také provedeno ověření účinnosti navrženého řešení a to na základě simulace a posléze i v rámci fyzické platformy dostupné na pracovišti.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
V rámci řešení předložené diplomové práce student zvolil správný postup, obvyklý pro závěrečné práce tohoto typu. Na základě studia literatury byly nejprve s ohledem na požadavky (reálný čas, omezený výpočetní výkon, platforma) identifikovány vhodné přístupy pro rekonstrukci fáze. Vybraná iterativní metoda byla popsána detailněji se zaměřením na možná vylepšení pro implementaci v reálném čase. Byl zvolen vhodný postup od implementace prototypu algoritmu v Matlabu, jeho odladění, přes CUDA implementaci na GPU optimalizovanou pro zpracování v reálném čase, až po finální implementaci na cílové platformě (NVIDIA Jetson AGX Xavier). Ve fázi optimalizace a následně testování účinnosti realizovaných algoritmů byl zvolen přístup založený na simulovaných a také reálných obrazových datech získaných z použité platformy pro mikromanipulaci. V simulační části postrádám podrobnější zdůvodnění použitého šumového modelu, kde v práci byl použit Gaussovský aditivní šum, avšak velký vliv zde může mít i multiplikativní (speckle) šum. Účinnost metody je hodnocena v simulační části s ohledem na hodnotu cílové funkce a SNR, případně výpočetní náročnost a vizuální porovnání s výstupem z optického mikroskopu. Zde by bylo vhodné doplnit objektivní analýzu účinnosti navržených algoritmů s ohledem na metody dále využívající rekonstruovaný obraz jako vstup, např. detekce a sledování objektů.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Diplomová práce je po odborné stránce na velmi dobré úrovni. S využitím znalostí získaných studiem a na základě analýzy	

odborné literatury byla navržena a implementována metoda pro rekonstrukci obrazu s potlačením rekonstrukčních artefaktů. Obraz byl snímán pomocí metody digitální holografické mikroskopie bez použití optických prvků v rámci existující platformy pro dielektroforetickou mikromanipulaci. Funkčnost metody byla prakticky ověřena. Určitým nedostatkem realizovaného algoritmu je rozostření pohybujících se objektů. Student v závěru práce nastiňuje možné vylepšení algoritmu s potenciálem dosáhnout potlačení artefaktů.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Diplomová práce je psána v angličtině a obsahuje jen velmi malé množství překlepů, gramatických nedostatků a nevhodných formulací. Některé nedostatky však mohly být odstraněny pečlivější korekturou. I po typografické stránce je práce kvalitní. Diplomová práce je logicky členěna a má obvyklou strukturu pro závěrečné práce tohoto typu. Na závěrečnou práci tohoto typu však obsahuje podprůměrné množství grafických ilustrací, blokových schémat a vývojových diagramů. V některých částech je pro popis použita textová forma, kde by grafické znázornění bylo názornější a úspornější. Také bych považoval za vhodnější zavést vektorovou notaci pro popis algoritmu již v teoretickém úvodu a tím přehlednit vývoj vlastní metody.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Pro zpracování teoretické části a přehledu současného stavu byla použita vhodně zvolená odborná literatura, zejména pak relevantní články v kvalitních impaktovaných časopisech. Převzaté prvky jsou řádně odlišeny a použité prameny jsou důsledně citovány. Množství použitých zdrojů je obvyklé pro závěrečné práce tohoto typu. Použité formátování seznamu zdrojů je konzistentní. V některých případech by bylo vhodnější uvádět odkazy na použité zdroje, například u externích knihoven, formou poznámky pod čarou.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Hlavní výsledky dosahují požadované úrovně a budou dobře použitelné v praxi, případně jako podklad pro navazující práce. Velmi kladně hodnotím zveřejnění vlastního kódu v repositáři GitHub a řadu ilustračních videí na serveru YouTube. Na druhou stranu v závěru práce postrádám přehledné shrnutí odkazů na tyto elektronické přílohy.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Pan Viktor-Adam Koropečký v rámci své diplomové práce navrhnul funkční řešení netriviální úlohy. Drobné nedostatky identifikované v tomto posudku nesnižují velmi dobrý dojem z odevzdané práce. Zadání bylo splněno v plném rozsahu a s velmi dobrou kvalitou zpracování. Níže uvedený návrh celkového hodnocení může být při vynikající úrovni obhajoby jistě zlepšen. K diskuzi u obhajoby navrhuji následující otázky:

- (1) V simulaci používáte Gaussovský aditivní šum. Bylo nějakým způsobem na základě studia literatury nebo na reálných datech ověřeno, že toto je vhodný model šumu?
- (2) Jaké operace s rekonstruovaným obrazem jsou dále v rámci platformy prováděny? Nebylo by vhodnější testovat celkovou účinnost navržených metod právě s ohledem na další analýzu rekonstruovaného obrazu?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 8.6.2021

Podpis: Ing. Karel Fliegel, Ph.D.