

Oponentský posudek dizertační práce

Autor: Mgr. Vladislav Janák

Název: Aplikace digitálního zpracování obrazu ve fyzikálních experimentech

Předložená dizertační práce má multidisciplinární charakter, což činí tuto práci velice náročnou na znalosti z řady oborů, a to konkrétně z biologie, fyziky, matematiky, informatiky a elektroniky. Práce se zbývá měřením biomechanických parametrů kadaverózních vzorků bederní části lidské páteře. Cílem práce bylo navržení, zkonstruování a otestování měřicí lavice pro tyto účely, a to včetně elektroniky a řídicího softwaru.

V první kapitole jsou uvedeny lékařské motivace výzkumu, jejichž pochopení je nezbytné a dává smysl celé práci.

V druhé kapitole je uveden základní matematický aparát. Tato kapitola je v podobě tak, jak je napsána, zcela zbytečná, po odborné stránce nepřijatelná a zcela zbytečně degraduje celkově dobrou práci. Je zde intuitivně a zcela nekorektně probírána rozsáhlá problematika, kterou čtenář většinou velmi dobře zná a pokud ne, pak ji nemá stejně sebemenší šanci z textu pochopit a musí použít nějakou učebnici z příslušného oboru. Autor se do této části práce téměř vůbec neodkazuje, což ještě více zdůrazňuje její naprostou zbytečnost. V 2. kapitole se vyskytují i podivné pojmy jako např. „nepřetržitá funkce“ (str. 18 před vzorcem 30) a podivná slovní spojení např. „Fourierovo spektrum o základu dvou“ (str. 20 za vzorcem 39), „rovina velikosti komplexního obrazu“ (str. 20 za vzorcem 40), ... V této kapitole jsou i celé věty, které nadávají smysl, např. první dvě věty na straně 19. Celkově celá část 2.2.3. je blábol, vytvořený s vysokou pravděpodobností softwarovým překladem. Je velká škoda, že autor 2. kapitolu do práce zařadil.

Třetí rozsáhlá kapitola obsahuje vlastní přínos autora. Tato kapitola je napsána sice hodně populární formou, ale dává velmi dobrý přehled o práci, kterou autor vykonal. Části 3.1. až 3.8. popisuje konstrukci přístroje a softwarové řešení. Počínaje částí 3.9. se autor zabývá numerickými metodami analýzy obrazů. Tato část trpí jistou chaotičností. Příkladem je text týkající se procedury IMAQ na straně 47 nahoře, který se jen s malými obměnami opakuje na stránce 52 v úvodu části 3.9.1.4. Celý text části 3.9. je psán hodně nepřesně z hlediska odborného vyjadřování a mám k němu řadu dotazů, které uvedu v závěru posudku. Vzhledem k tomu, že digitální zpracování obrazů je součástí názvu práce, považuji jejich zodpovězení za důležité při obhajobě práce.

Předešlá část posudku je značně kritická. Ze 4. kapitoly a přiložených publikovaných prací je však patrné, že autor dosáhl všech cílů své práce. Vytvořil plně funkční zařízení a prokázal schopnosti samostatné tvůrčí vědecké práce. Proto **doporučuji** předloženou práci k obhajobě.

Otázky, jejichž zodpovězení požaduji při obhajobě:

1. Proč je v práci odděleno měření velkých (3.9.1) a malých (3.9.2) posunů? Z použitých metod se to dá tušit, ale v práci to není zdůvodněno. Nešlo by použít metodu, která by nevyžadovala oddělení těchto dvou algoritmů?
2. V části 3.9.1.4. není jasné, co rozumíte pojmem střed terče. Definujte tento pojem. Popis algoritmu jeho nalezení je také nejasný. Popište tento algoritmus přesně.

3. Pokud v části 3.9.1.4. pojmem střed terče rozumíte jeho těžiště, proč k jeho nalezení nepoužijete momentů nultého a prvního řádu, což je v praxi běžná metoda? Jaké výhody má vámi použitá metoda?

4. Proč je nutné v části 3.9.1.3 použít „interaktivní filtraci nežádoucích artefaktů“? Vzhledem k tomu, že plocha terčů a jejich tvar jsou předem známy, lze automaticky vyřadit všechny objekty nesplňující požadavky na velikost (počet pixelů) a stanovením různých charakteristik tvaru (hlavní momenty, elongace, disperze, ...) lze vyřadit i objekty rozdílného tvaru. Protože přesně víme, jak terč vypadá, nebylo by lépe přímo hledat terče v obraze některou z korelačních technik?

5. V části 3.9.2.4. píšete, že „ze získaného spektra můžeme následně určit velikost a směr posunutí“. Jak získáte numerické hodnoty těchto parametrů? Z obrázku 57 je zřejmé, že nejprve musíte určit periodu r . Jak ji určíte? Ze znalosti r pak určíte velikost posunutí p . Jak určíte směr posunutí?

6. Proč pro měření posuvů v obrazech nepoužíváte metodu fázové korelace, která je dnes v praxi velmi často používaná? Tato metoda nevyžaduje žádné metody úpravy obrazů (prahování, morfologické operace, ...), které vnášejí do měření těžko odhadnutelné chyby. Lze dosáhnout sub-pixelové přesnosti a kromě měření velikosti a směru posuvu lze jistou modifikací této metody měřit i úhel otočení a změny měřítka. Metoda fázové korelace je velmi robustní a necitlivá na šum. Je velmi rozšířená např. při měření dopplerovského posunu spektrálních čar, kde se dosahuje přesnosti měření posuvu i na úrovni $1/1000$ pixelu. Dále je tato metoda používána u programů pro vytváření mozaik obrazů v mikroskopii resp. panoramat z obrazů z digitálních fotoaparátů a mobilních telefonů.

V Brně 27. 11. 2020



*Prof. RNDr. Miloslav Druckmüller, CSc.
Ústav matematiky, FSI VUT v Brně*