

Recenze disertační práce Ing. Jiřího Fischera

Předložená disertační práce s názvem „Metodika pro vyhodnocování strukturních parametrů konstitutivních modelů z histologických analýz kolagenních vláken ve stěně tepny“ pana Ing. Fischera se na 110 str. zabývá metodami analýzy uspořádání vláken ve stěně tepny a jejich dopadem na pozorovanou mechanickou odezvu. Jedná se o velmi aktuální téma, protože znalost uspořádání vláken ve stěně tepny má dalekosáhlé důsledky ať už pro tvorbu umělých tkání pomocí 3d tisku, nebo nejrůznějších náhrad, které jsou nutné pro léčbu onemocnění jako je ateroskleróza nebo aneurysma. Práce je zcela jistě původní a nenašel jsem stopy po generickém textu tvořeném nástroji umělé inteligence. Autor odkazuje na zhruba 100 zdrojů v renomovaných časopisech, které jsou aktuální a vhodně popisují současný stav poznání v tomto oboru.

Doktorand sám je autorem tří publikací v kvalitních impaktovaných časopisech (dvě jako první autor) a jedné v místním recenzovaném časopise. Jedná se o přínosné publikace, které zvedají téma nutnosti rozlišení mezi lokálním a globálním směrem vláken a jejich vlivu na mechanickou odezvu tkáně a nepochybuji o jejich významném dopadu v biomechanické komunitě. Bohužel jsem nikde v práci nenašel komentář autora na to, co v daných publikacích je jeho práce a co je práce zbytku autorského kolektivu. To je naprosto zásadní pro hodnocení vlastního přínosu doktoranda.

K obsahu práce mám následující připomínky:

- Hlavním cílem je vytvořit spolehlivou metodologii pro nezávislou extrakci strukturálních parametrů pro konstitutivní modely z histogramů. Tato teze je problematická zejména proto, že nereflexuje skutečnou práci odvedenou v disertaci. Autor neprezentuje svoji novou metodologii pro extrakci strukturálních parametrů, ale věnuje se porovnávání různých dostupných nástrojů a metod. Stejně tak první z cílů, cituji : „Vyvinout metodu pro rozlišení lokálních směrů, globálních směrů a vlnitosti“ nebyl splněn a namísto vlastního nástroje jsou analyzovány nástroje vytvořené jinými autory. Zde asi měla lépe zpracovat komise při obhajobě tezi a upravit cíle práce tak, aby odpovídaly skutečné práci odvedené doktorandem.
- Také jsem měl problém s pochopením některých částí textu zejména proto, že autor velmi často, zejména v rešerši, nerozlišuje mezi lokálním a globálním směrem vláken, který často popisuje pouze jako směr bez bližšího určení. Až na str. 39 se poprvé detailněji hovoří o rozdílu mezi globálními a lokálními směry vláken, přitom toto by mělo být důsledně rozlišováno v celé rešeršní části, jelikož je na tom postavena značná část autorovi vlastní práce. Stejně tak bych čekal, že hodnocení jednotlivých dostupných studií bude důsledně hodnotit jaké směry a délky vlastně daná studie analyzuje, zda a jak respektuje vlnitost a jak velké obrazy byly analyzovány. Už v roce 2015 (Polzer et al. 2015) jsme uváděli, že možný důvod rozdílů je prostě v tom, že někteří analyzují vzorky např. 0,5x0,5mm, zatímco jiní 20x20mm, takže je možné, že orientace vláken se v řádu mm podstatně mění. Také často v kap. 2.4

chybí popis principu, v čem nová metoda v analyzovaném článku spočívá a jaká je její schopnost měřit lokální a globální směr vláken. Např. na str 28 autor neuvádí zásadní fakt, FFT metoda obecně zvýhodňuje velmi malé délky pod 1/20tinu obrazu, což přibližuje výsledky analýze pomocí polarizované mikroskopie, atd.

- Jednotlivé metody analýzy směrů vláken na str. 26 měly být rozepsány mnohem detailněji než jedním odstavcem, a hlavně zmíněny jejich výhody a omezení. Chybí mi obrázky u popisu zobrazovacích metod - je přiložen pouze pro holografickou mikroskopii. Dále autor bohužel opakovaně míchá metody zobrazení vláken (např. kapitola 7.3.3) (PLM, konfokální mikroskop, holografický mikroskop) s metodami analýzy vláken pomocí různých nástrojů, což komplikuje pochopení textu.
- Nesouhlasím s tezí na str. 40, že část vláken je orientována izotropně. Nikdy jsem taková kolagení vlákna neviděl ve svých analýzách a nejsem si vědom, že by je někdo pozoroval (myšleno globální směr vláken). Souhlasil bych s tezí, že část vláken je orientována náhodně v radiální rovině, případně, že lokální směr vláken může být radiální, což ostatně potvrzuje i provedená rešerše. Také této tezi odporují autorovy vlastní měření v kapitole 8.1. viz obr 8.2, kde nebyla zjištěna žádná vlákna v axiálním směru, což odporuje i vlastním publikacím autora, kde naopak podstatnou izotropní složkou zdůvodňuje potřebu nahradit Neo-Hookovský model Yeohovým u GOH modelu. Vysvětlení tohoto nesouladu jsem nenašel.
- Dále mi v celé práci silně chybí seznámení se s vlastním postojem autora. A tím nemyslím jenom sekci na konci disertace, ale prakticky u žádného obrázku není kromě popisu nějaké vyjádření, co je špatně nebo dobře, na co se má čtenář zaměřit atd. Orientace v práci je tak velmi obtížná, a zcela jistě jsem přehlédl a nepochopil spoustu myšlenek, které chtěl autor sdělit. K histologickým obrázkům mám ještě výtku, že v nich téměř vždy absentuje informace o rozměrech, a není jasné, zda se díváme na část tkáně o rozměrech milimetrů nebo mikrometrů. U výsledků MKP analýz jsou zase často použité různé škály. Z formální stránky bych autorovi ještě vytkl určování směrů vláken s přesností na 4 desetinná místa v Tab. 6.1. a nekonzistentnost v popisu tabulek. Např. Tab.7.8 používá jiné popisy než Tab 7.4-7.7 a je velmi těžké se v tom orientovat
- V kapitole 7.3.2 chybí obrázky se zobrazenými trasovanými vlákny, takže nelze usoudit na validitu žádného z použitých software, zejména, když autor přiznává na začátku, že výsledky jsou citlivé na nastavení (str. 46). Tady by byla velmi vhodná kombinace s mechanickými zkouškami dané tkáně, anebo MKP analýzami, abychom mohli získat nějakou představu, které informace o rozptylu jsou pravdivější. A bohužel autor se opět nevyjádřil, kterým výsledkům věří více a proč.
- V práci bohužel absentuje ověření vůči nějakým referenčním hodnotám, zejména když autor upozorňuje, že jím použité nástroje NeuronJ a OrientationJ jsou velmi citlivé na nastavení (str.46) a implicitně tak lze dovodit, že bez kalibrace nemohou být použity pro získání referenčních dat, vůči

kterým by další metody mohly být validovány. Inter-operator variabilita by měla být minimálně kvantifikována. Jako autor software WavyFiberTracker také musím upozornit, že jsem nikdy netvrdil, že v defaultním nastavení tento bude fungovat výborně. Naopak jsme opakovaně zdůrazňovali nutnost kalibrace a sílu softwaru zmiňovali v tom, že po kalibraci funguje řádově rychleji než manuální trasování. Bohužel autor používá software často v defaultním nastavení (str.67 ,2.odstavec). Na druhou stranu je třeba ocenit, že autor našel chybu v mém software, za což mu děkuji.

- Chybí kapitola o omezeních práce, což považuji za zásadní nedostatek. Oceňuji práci doktoranda ohledně směrů vláken, ale je klíčové poctivě informovat čtenáře o omezeních, které jednotlivé analýzy a použité postupy přináší.

Přes výše uvedené nedostatky je předložená práce kvalitní, splňuje západoevropské standardy a doktorand se po úspěšné obhajobě může směle ucházet o další místo na libovolné univerzitě doma i v zahraničí. Po zodpovězení následujících otázek doporučuji udělení titulu Ph.D.:

1) Popište své publikace a uveďte svůj podíl na nich.

2) Kapitola 7.3.1. je nadepsaná fundamentální rozdíly v odezvě zvlněných rovných vláken, nicméně jsem se nikde nedočel, jaké to tedy jsou. Žádám tedy znovu vysvětlit v čem se odlišuje deformace materiálu obsahujícího přímá nebo zvlněná vlákna se stejným histogramem lokálních směrů (stačí pro afinní deformaci). Z doložených obrázků jsem to nepochopil. Také se mi zdá, že předložené simulace používají geometrie, u nichž vlákna nemají stejný histogram. Pokud to tak je, pak je otázka, jak robustní jsou takové výsledky. Toto je nutné znovu vysvětlit.

3) Jak byste reagoval na námitku, že rozdíl v odezvách jednotlivých modelů při různých zkouškách v kap. 8.1. je právě tím důvodem, proč fitujeme modely na vícero odezev a výsledkem tedy bude odezva která všechny stavy popíše zhruba stejně přesně? Proč jste se použil pouze jedinou experimentální odezvu v kap.8.1?

4) Na Str.61 mi bohužel není zjevné, jak holografická mikroskopie pomohla s multimodalitou histogramů. Prosím rozvést a vysvětlit výsledky v kap 7.2.1. Pokud jsou analyzovány identické obrazy, jak vysvětlíte fatální rozdíl v histogramech získaných PLM a holograficky u obr. 7.2 a 7.3, 7.6 a 7.7?

Závěrem ještě konstatuji, že Teze disertační práce jsou zpracovány vhodně, pouze mi nebylo jasné, zda členění napsané ve jmenování oponentem jsou pro doktoranda závazné nebo doporučené. Pokud jsou závazné, pak je třeba přeformulovat názvy kapitol.

V Ostravě 24.7.2024

.....

Doc. Ing. Stanislav Polzer, Ph.D.