



Oponentní posudek disertační práce

Uchazeč:	Ing. Ladislav Soukup
Název disertační práce:	Stanovení šíření pulzové vlny z dat celotělové bioimpedance
Oponent:	doc. Ing. Milan Tyšler, CSc.
Pracoviště opONENTA:	Ústav merania Slovenskej akadémie vied, Bratislava

Oponent se v posudku vyjádří dle Studijního a zkušebního řádu VUT zejména:

- a) k aktuálnosti tématu disertační práce,
 - b) zda disertační práce splnila stanovený cíl,
 - c) k postupu řešení problému a k výsledkům disertační práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda,
 - d) k významu pro praxi nebo rozvoj oboru,
 - e) k formální úpravě disertační práce a její jazykové úrovni,
 - f) zda disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona,
 - g) zda student prokázal nebo neprokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nesplňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru. Bez tohoto závěru je posudek neplatný.
- Ke každému z níže uvedených bodů je nutno doplnit stručný komentář.

Ad a) Aktuálnost tématu disertační práce

Téma disertační práce je aktuální.

Komentář: Práce se zabývá metodou použití mnohokanálové impedanční kardiografie na výpočet rychlosti šíření pulzové vlny (PWV) v různých částech arteriálního systému. Hodnoty PWV a jejích změny umožňují usuzovat o stavu, zejména o tuhosti a elastických vlastnostech aorty a celého arteriálního systému, o jeho poškození při různých onemocněních (hypertenze, ateroskleróza, diabetes melitus, ...) a také o dynamických reakcích při různých dychovéch nebo polohových manévrech, které umožňují přesnější diagnostiku poruch kardiovaskulárního systému a jeho autonomní regulace. Vzhledem na závažnost a míru výskytu těchto onemocnění je řešení této problematiky stále aktuální.

Ad b) Splnění stanoveného cíle disertační práce

Cíl disertační práce byl splněn.

Komentář: Všetkých šest cílů dizertace, které jsou formulované v kapitole 4 na str. 22 disertační práce, bylo splněných. Z pohledu dizertability práce považuju za nejdůležitější (1) stanovení vhodné proximální lokace pro výpočet časových oneskorení PWV, (2) návrh vhodné metody na určení vzdálenosti mezi proximálním (počátečním) bodem a distálními (koncovými) body při impedančních měřeních, (3) získání údajů o PWV na dostatečně velkém souboru probantů a jejich porovnání s údaji v literatuře.

Ad c) Postup řešení problému a výsledky disertační práce s uvedením konkrétního přínosu doktoranda

Postup řešení problému a výsledky disertační práce jsou nadprůměrné.

Komentář: Celý postup riešenia vychádza z analýzy súčasného stavu problematiky a sústreďuje sa na limitácie doterajších metód: nemožnosť súčasného merania PWV vo viacerých bodoch, zdôvodnenie lokácie proximálneho meracieho bodu a nepresnosť určenia dĺžky dráhy pulznej vlny. Postup je dobre logicky postavený a zahrnuje:

- návrh množiny meraných signálov a meracieho protokolu (kap. 5),
- návrh súboru metód na spracovanie signálov EKG, krvného tlaku, fonokardiogramu a bioimpedančných meraní a určenie časových okamihov pre výpočet rýchlosti šírenia PWV (kap. 6),
- určenie referenčného (proximálneho) bodu pre meranie času príchodu PWV do distálnych bodov (kap. 7),
- návrh viacerých metód na meranie dĺžky dráhy pulznej vlny a ich porovnanie kap. 8),
- výpočet hodnôt PWV v rôznych častiach tela na reprezentatívnej skupine zdravých subjektov rôzneho veku a pohlavia a s použitím metód navrhnutých v kap. 5 až 7 (kap. 9).

Možno súhlasiť s piatimi hlavnými prínosmi práce dizertanta tak ako sú uvedené v časti 11 na str. 79. Z nich za najdôležitejšie považujem (1) stanovenie vhodnej proximálnej lokácie pre výpočet časových oneskorení PWV pomocou štúdie s využitím Dopplerovského echokardiogramu, (2) návrh metódy používajúcej MRA na vytvorenie modelu arteriálneho systému umožňujúceho presnejšie určenie vzdialenosti medzi proximálnym bodom a distálnymi bodmi pri impedančných meraniach, (3) získanie údajov o PWV na vhodnom súbore probantov a ich porovnanie s údajmi v literatúre.

Napriek celkovému dobre navrhnutému postupu riešenia, niektoré formulácie uvedené v práci sú problematické, chýba ich zdôvodnenie alebo vyvolávajú otázky o ich správnosti. K práci mám nasledovné komentáre:

- V práci (napr. v časti 5.1.1) by bolo vhodné presnejšie uviesť, čo sa pri meraniach komplexnej impedancie meralo (amplitúda, reálna zložka, ...), prečo a ako by sa meracie frekvencie v kanáloch mali líšiť a aké by mali byť vzájomné pozície prúdových a napäťových elektród.
- Vysvetlenie zmeny tlakových pomerov pri TILT teste ako dôsledku „vyššieho atmosférického tlaku na hornú polovicu tela“ nie je správne.
- Jednotky mierky na časovej osi biosignálov v kap. 6 sú nereálne, pravdepodobne sú uvedené v počtoch vzoriek, nie v sekundách. Jednotka na osi Y v obr. 6.3. nie je správna.
- Rozsah hodnôt n vo vzorci 6.3. nie je presne definovaný.
- Vzorec 6.4 pre LVET bude dávať zápornú veľkosť časového intervalu.
- Popis grafu časových oneskorení pulznej vlny na obr. 7.4 ako „spojité a bez výskytu príliš vysokých frekvencií“ je nepresné/nevhodné.
- Zaokrúhlenie hodnoty rozpätia rúk v tab. 8.1. je nesprávne.
- Definíciu chyby Δ vo vzorci 8.20 (a 9.2) v absolútnej hodnote nepovažujem za vhodnú. Použitie absolútnej hodnoty zakrýva znamienko chyby, ktoré môže byť pre hodnotenie metódy dôležité (viď otázka č.3). Tiež nepovažujem za vhodné namiesto presnej (skutočnej) hodnoty A použiť aritmetický priemer hodnôt zo 4 rôznych metód, ktoré môžu vykazovať podobné systematické chyby.

Ad d) Význam pro praxi nebo rozvoj oboru

Význam pro praxi nebo rozvoj oboru je průměrný.

Komentář: Vzhľadom na fakt, že práca rieši problematiku impedančnej kardiografie, ktorá má svoje miesto v klinickej praxi aj vo výskume pri diagnostike kardiovaskulárneho systému, sú jej prínosy nesporné. Mnohokanálové meranie má význam najmä v prípadoch, kedy je potrebné hodnotiť vlastnosti rôznych častí arteriálneho systému a dynamiku jeho regulačných mechanizmov. Na druhej strane obmedzením metódy je potreba špeciálneho zariadenia, ktoré je dostupné v ÚPT AV ČR. Z pohľadu rozvoja odboru považujem za prínosné, že sa potvrdila vhodnosť voľby referenčného zvodu na arteria carotis ako aj potreba presnejšieho (modelového) určenia dĺžky dráhy šírenia pulznej vlny, než poskytujú bežne používané priame povrchové merania.

Ad e) Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň je průměrné.

Komentář: Po formálnej stránke by si práca zaslúžila väčšiu pozornosť. V práci som našiel veľké množstvo preklepov a gramatických chýb (vyznačené v poskytnutom origináli práce), z ktorých väčšinu by bolo možné odhaliť vstavaným korektorom. V niektorých obrázkoch a tabuľkách nie sú uvádzané jednotky (tab. 8.9, 8.10) alebo sú uvedené zrejme nesprávne (obr. 3.4., 6.3. – 6.7, 6.11, 6.12). Niektoré hodnoty v tabuľkách sú na prvý pohľad „podozrivé“ (napr. tab.8.7: $Nr.8+10 = 69$, tab.8.10: kanály 11,12, hodnoty m).

Ad f) Disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47 odst. 4 zákona

Disertační práce podmínky uvedené v § 47 odst. 4*) zákona č. 111/1998 sb. o vysokých školách splňuje.

*(*4) Studium se řádně ukončuje státní doktorskou zkouškou a obhajobou disertační práce, kterými se prokazuje schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo k samostatné teoretické a tvůrčí umělecké činnosti. Disertační práce musí obsahovat původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění.*

Ad g) Prokázání tvůrčí schopnosti studenta v dané oblasti výzkumu a zda práce splňuje nebo nesplňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Doktorand prokázal tvůrčí schopnosti v dané oblasti výzkumu a práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce v daném oboru.

Komentář: Dizertačná práca v predloženej forme, napriek niektorým uvedeným nedostatkom, dokumentuje dobrú orientáciu dizertanta v odbore, schopnosť riešiť vedecké problémy v oblasti biomedicínskych technológií a bioinformatiky, ako aj schopnosť tvorivého prístupu k inžinierskemu

riešení spracovania a hodnotenia biosignálov. Zároveň môžeme konštatovať, že uchádzač je prvým autorom alebo spoluautorom početných publikácií súvisiacich s problematikou riešenou v práci. Zo 14 publikácií uvedených v podkladoch k obhajobe je 11 článkov evidovaných v databázach Web of Science s 26 citáciami (bez autocitácií) a h-indexom 3 a tiež 11 článkov v databáze SCOPUS s 10 citáciami a h-indexom 2.

Celkové hodnotení:

Vychádzajúc z preštudovanej predloženej dizertačnej práce Ing. Ladislava Soukupa a na základe posúdenia jeho publikačnej aktivity som prišiel záveru, že dosvedčujú odbornú úroveň, znalosti a schopnosti uchádzača v oblasti spracovania biosignálov a ich hodnotenia, návrhu a aplikácie bioimpedančných meracích metód a ich uplatnenia v medicíne, a tiež jeho schopnosť prezentovať dosiahnuté výsledky na domácich aj medzinárodných fórach. Keďže práca spĺňa požiadavky podľa zákona o vysokých školách, odporúčam jej predloženie k obhajobe a aby po úspešnej obhajobe bol Ing. Ladislavovi Soukupovi udelený akademicko-vedecký titul „Philosophiae doctor“ – PhD.

Otázky oponenta:

1. V práci sú popísané vlastné metódy spracovania viacerých biosignálov (napr. vyhľadanie R kmitov EKG s použitím Hilbertovej obálky signálu, filtrácia signálu krvného tlaku dolnopriepustným filtrom, spracovanie fonokardiogramu pomocou Hilbertovej transformácie a filtrov, filtrácia bioimpedančných signálov dolnopriepustným filtrom a metóda detekcie okamihu maxima derivovaného signálu), pričom nie všetky sú využité k určeniu PWV. Ako boli tieto metódy a pomocou nich získané parametre validované? Môžu niektoré z nich ovplyvniť získané hodnoty PWV?
2. Pri návrhu vlastného modelu arteriálneho stromu z MRA bol na rozdiel od modelu „a“ prevzatého z literatúry vytvorený model s asymetrickými dĺžkami segmentov v rukách a nohách (do 6%). Ako mohlo použitie takéhoto modelu pre viaceré subjekty ovplyvniť získané výsledky? (Sú čiastočne horšie ako pre model „a“.) Neuvažovali ste o „symetrizácii“ modelu?
3. Pri použití modelov na určenie dĺžok artérií sa dá očakávať, že tieto budú väčšie ako pri priamych meraniach, takže aj pomocou nich odhadnuté PWV by sa dali očakávať väčšie. To platí pre výsledky namerané na segmentoch rúk (tab.9.2 a 9.4), nie však na segmentoch nôh (tab.9.3 a 9.5), kde je to zväčša naopak. V hodnotení v kapitole 9.3 (tab.9.6 a 9.7) nie je tento fakt viditeľný, pretože sa hodnotili len absolútne hodnoty chýb. Ako by ste tieto výsledky zdôvodnili?

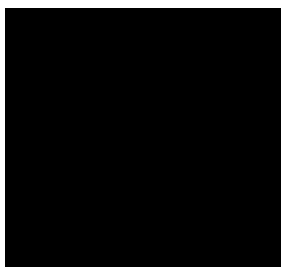
Disertačnú prácu k obhajobe

☒doporučuji

☐nedoporučuji.

Dne: 15.11.2020

Podpis:



.....