

Posudek oponenta disertační práce

Název práce:	Detection of artifacts in arterial blood pressure and intracranial pressure signals
Jméno autora:	Ing. Valeriia Trukhan
Fakulta/ústav:	České vysoké učení technické v Praze, Fakulta Biomedicínského inženýrství, katedra biomedicínské techniky
Školitel:	doc. Ing. Martin Rožánek Ph.D.
Oponent práce:	doc. RNDr. Zbyšek Posel, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Přírodovědecká fakulta, katedra informatiky

Aktuálnost tématu disertační práce

Téma disertační práce spadá tematicky do oblasti počítačového zpracování signálu. Práce samotná se zabývá zejména návrhem a testováním metod pro detekci artefaktů v signálech nitrolebního a arteriálního tlaku a využitím syntetických dat pro testování vlivu vybraných artefaktů na výpočet klinicky významných parametrů, jakými je například Pressure reactivity index (PRx). V závěru práce je věnována pozornost implementaci metod pomocí jazyka Python do softwaru ICM+, který je využíván přímo na jednotkách intenzivní péče a také definice semaforu kvality signálu z hlediska vlivu artefaktů na výpočet PRx. Z těchto důvodů **považuji práci za aktuální.**

Splnění cílů práce

Cíle práce byly jasně formulovány a splněny. Modely byly vyvinuty a implementovány kombinací jazyků Python a MATLAB. Schémata jednotlivých postupů jsou jasně definována, prezentována a je možné je reprodukovat.

Přínos práce (vlastní přínos autora)

Z práce a výsledků je patrné, že autorka provedla detailně jednotlivé fáze výzkumu, během nichž reagovala na průběžně získané výsledky, ať dobré nebo špatné, navrhovala nová opatření a řešení dílčích problémů. **Výsledky a postupy autorka v práci jasně popsala a okomentovala a dílčí výstupy publikovala směrem k odborné komunitě,** jednak na mezinárodních konferencích, jednak v odborných časopisech (i jako první autorka). Výstupy svého výzkumu poté autorka implementovala do modulu programu ICM+.

Odborná stránka práce:

Autorka práce provedla detailní rešerši stávajících prací a uvedla výhody i nevýhody současných řešení, včetně metod založených například na strojovém učení. V rámci vývoje metody pro detekci artefaktů popsala detailně jednotlivé kroky včetně deidentifikace dat, předzpracování dat, nastavení parametrů okénkové Fourierovy transformace (STFT) apod. včetně problémů se kterými se setkala a jejich řešení. Pro ověření svých hypotéz používala zejména reálně naměřená data z Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o.z., která byla anotována odborníky a pomocí kterých řešila například vliv artefaktů na cirkadiánní variabilitu PRx. Pomocí matematických modelů dále simulovala autorka výskyt některých artefaktů zejména v signálech arteriálního tlaku a využila tato data pro návrh a optimalizaci metod pro detekci artefaktů pomocí STFT. Úspěšnost těchto algoritmů prezentovala autorka pomocí klasických ukazatelů specifity a senzitivity a diskutovala také jejich limity použití včetně schopnosti metody generalizovat detekci na signály od širší skupiny pacientů. **Autorka práce tímto prokázala vědecký přístup** k dané problematice a pro řešení jednotlivých částí využila pokročilé metody z oblasti analýzy signálů a vývoje algoritmů.

Výsledky práce

Autorka navrhla a otestovala modely pro detekci a klasifikaci artefaktů v signálech nitrolebního a arteriálního tlaku s využitím okénkové Fourierovy transformace a prahování následného příznakového prostoru. V práci vidím **tři základní přínosy** z hlediska dalšího vývoje takovýchto algoritmů. **První přínos** vidím ve využití časově frekvenční transformace pro detekci anomálií, které není zcela běžné, ale i dle výsledků nabízí relativně snadnou a rychlou cestu, která je zpětně dobře interpretovatelná. **Druhý a za mne velice významný přínos** práce vidím v popisu implementace syntetických artefaktů do reálných nebo i syntetických signálů. Při současném nedostatku anotovaných dat může tento přístup, alespoň v prvních fázích vývoje algoritmů, nahradit chybějící velké datové sady. **Třetí přínos** práce je pro mne popis implementace výstupů do ICM+ pomocí Python modulu, a zejména popis problémů a jejich řešení, který může dalším vývojářům a výzkumníkům výrazně ušetřit čas.

Využitelnost v praxi

Výstupy disertační práce obohacují oblast počítačového zpracování fyziologických signálů o další metodu pro detekci artefaktů a zejména o možnost generovat datové sady s artefakty bez nutnosti disponovat anotacemi od specialistů. Pro klinické pracovníky jsou výsledky zajímavé zejména tím, že ukazují důležitost detekce artefaktů na parametrech používaných přímo pro nastavení léčby a tím přispívají mimo jiné ke zvýšení povědomí o správném nakládání s daty pro diagnostické účely a případnou budoucí automatizaci výpočtů.

Formální stránka práce

Práce je napsána v anglickém jazyce, což je vzhledem k řešené problematice a jejímu mezinárodnímu přesahu dobrá volba. Práce je přehledná a logicky členěná. Disertační práce obsahuje původní výsledky autorky a tím naplňuje podmínku samostatné vědecké práce.

Otázky k obhajobě

- Ve své práci se autorka příliš nezabývá základním popisem zdrojových dat. Může autorka přehledně prezentovat kolik měla dat, jak byla data konzistentní, kolik bylo artefaktů u jednotlivých pacientů apod.?
- Slabým místem práce je fakt, že navržený algoritmus pro detekci anomálií nebyl otestován na dalších anotovaných datech a je tak otázkou, zda je schopen generalizace. Jaký je postup v této oblasti, případně, jaké jsou možnosti zdroje dalších dat? Prováděla například autorka test na datech, která sama anotovala?
- Pro navržený a optimalizovaný algoritmus mi chybí informace o časové náročnosti celého algoritmu od získání dat z patientského monitoru až po poskytnutí indexu spolehlivosti PRx. Prosim o doplnění takovéto informace.
- V práci jsem nikde nenašel odkaz na zdrojové kódy algoritmu pro detekci artefaktů a algoritmu pro generování syntetických artefaktů do reálného signálu. Jsou nebo budou tyto algoritmy poskytnuty vývojové komunitě k dalšímu rozvoji například přes GitHub?

Celkové hodnocení (doporučení):

Předloženou disertační práci doporučuji k obhajobě.