

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Tuzankina** Jméno: **Veranika** Osobní číslo: **482916**
 Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
 Studijní program: **Biomedicínské inženýrství**
 Název práce: **Metody slepé separace zdrojů jako nástroje pro potlačení svalových artefaktů v EEG záznamech**

II. HODNOCENÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

| Kritéria hodnocení práce | | Počet bodů |
|--------------------------|---|------------|
| 1. | <p>Splnění cíle a vhodnost struktury obsahu diplomové práce z hlediska zadaného tématu (splnění zadání). (0 – 30)*</p> <p>Komentář: každé zadání, resp. každá část či věta ze zadání musí mít jasný odraz ve zpracované práci!, pouze zcela splněné zadání může být ohodnoceno max. 20 body. Podle rozsahu části v zadání, která není zcela vhodně či úplně zpracována, se snižuje ekvivalentně hodnota 20 bodů. Uvedení cíle v úvodu práce je povinné, a pokud není uvedeno, student přichází o 10 bodů. 30 celkových bodů může obdržet naprosto bezchybná a velmi precizně zpracovaná práce (to ale není standardní situace, spíše mimořádná).</p> | 15 |
| 2. | <p>Teoretická úroveň a využití dostupné literatury v diplomové práci. (0 – 30)*</p> <p>Komentář: zde je velmi důležitá úloha oponenta a to následující: pokud je většina textu převzata, pak student získává max. 5 bodů, pokud je vše psáno slovy studenta, pak může získat max. 15 bodů, k tomu je možné připočítat max. 15 bodů za vhodné a ucelené zpracování dostupných pramenů, tj. je uveden současný stav v samostatné kapitole (5 bodů), významné relevantní zdroje jsou komentovány včetně popisu výběru (strategie výběru) těchto zdrojů (5 bodů) a použité zdroje jsou všechny a vhodně citovány, je posuzováno také složení citovaných zdrojů, tj. aktuálnost a vztah k tématu, obecné publikace jako matematické vzorce apod. se nepočítají do plnohodnotných citací, lze vypočítat poměr takovýchto citací, tj. užitečné/neužitečné a velikost tohoto poměru je třeba promítnout do bodování (5 bodů).</p> | 15 |
| 3. | <p>Formální náležitosti a úprava obsahu diplomové práce (úroveň psaní, označení struktury textu, grafy, tabulky, citace v textu, seznam použité literatury apod.). (0 – 10)*</p> <p>Komentář: v současné době mají studenti k dispozici jak literaturu s popisem jak zpracovat odborný text na PC, mají znalosti a dovednosti a není tudíž třeba brát ohled na nedostatky z hlediska zpracování na PC, takže se předpokládá, že práce má obsah tvořen desetinným tříděním, zde lze hodnotit i orientaci v práci včetně odkazů mezi jednotlivými typy položek v textu včetně číslování rovnic, obrázků, tabulek a grafů (1 bod), práce obsahuje důležité položky z hlediska typu práce (2 body), kvalita obrázků (1 bod), množství překlepů (1 bod za nepatrné množství), v práci by se měla objevovat pouze standardní odborná terminologie a to zejména v českém jazyce (je třeba hodnotit schopnost vyjadřovat se technickým jazykem – 2 body), grafy jsou tvořeny podle zásad (viz tolerance a vliv statistického zpracování – 1 bod), u grafů a tabulek jsou patřičné legendy a vše je čitelné (1 bod), jsou dodržena citační pravidla podle ISO690 a ISO690-2 (1 bod).</p> | 10 |
| 4. | <p>Rozsah realizačních prací (SW, HW), aplikovaných vědomostí a znalostí, úroveň metodologického zpracování a závěrů práce. (0 – 30)*</p> <p>Komentář: pokud je práce kombinací teoretických odvození (4 body – lze nahradit publikací v AJ), modelování a simulace (4 body), SW implementace (4 body) a též technické realizace (4 body – lze nahradit patentem či užitným vzorem) a 4 body ještě za komplexní funkčnost a to jak SW, tak i HW výstupu, pak může získat až 20 bodů. Pokud práce obsahuje správnou strukturu včetně diskuse výsledků (5 bodů – min. 2 strany A4) a závěrů (5 bodů – min. 1 strana A4), pak může být připočteno dalších 10 bodů. Celkem tedy 30 bodů za velmi komplexní a bezchybnou práci včetně uplatnění výsledků práce v rámci projektů, publikací, patentů či užitných vzorů.</p> | 10 |
| 5. | Celkový počet bodů | 50 |

* Slovní hodnocení uveďte v komentáři.

III. NÁVRH OTÁZEK K OBHAJOBĚ

1. Pokud výsledkem Vaší práce je, že v daném experimentu nebyl prokázán vliv metodiky na zlepšení měření akustických evokovaných potenciálů, jaký je přínos vypracovaných metod a jaké je jejich využití a limitace?

2. Je-li vzorkovací frekvence, se kterou jste pracovala, 1kHz a výsledkem je že optimální posun signálů pro kanonickou korelační analýzu je 1 msec, co to znamená v praxi a jaké je zpoždění filtrů, který se používá v předzpracování?

3. Vysvětlete, jak je možné že po aplikaci ICA spektrum výsledného signálu nerespektuje 1/f "Power law", který je běžně platný pro EEG záznamy.

IV. CELKOVÉ HODNOCENÍ ÚROVNĚ VYPRACOVÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

| Hodnocení**: | A (výborně) | B (velmi dobře) | C (dobře) | D (uspokojivě) | E (dostatečně) | F (nedostatečně) |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Počet bodů: | 100 - 90 | 89 - 80 | 79 - 70 | 69 - 60 | 59 - 50 | < 50 |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

** v případě hodnocení F (nedostatečně) uveďte podrobný komentář

Diplomovou práci hodnotím výše uvedeným klasifikačním stupněm a doporučuji/nedoporučuji k obhajobě.

V. KOMENTÁŘ

Zde jsou hlavní připomínky, které vedly k oznámkování práce viz. výše.

Hlavní připomínky:

1. Metoda CCA je již implementována v MATLABu přímo od Mathworks (cannoncorr).
2. "signálu je v rozmezí 1 až 150 Hz" - toto není úplně platný fakt, dnes se vyhodnocují frekvenční pásma až v řádu stovek Hz.
3. Použití názvu a dále v textu v Kapitole 2 "EEG rytmy (alfa, beta, theta, delta a gama)" je velice nepřesné a spíše je lepší použít slova "aktivita" nebo "pásma".
4. V celé práci jsou spíše malé popisky os u obrázků, někde i bez popisku osy x (obr. 2.2). Také by bylo vhodné zachovávat stejné měřítko y-ové osy u obou obrázků vedle sebe.
5. V kapitole 4.1: Popis dat není jasný. Kolik subjektů bylo v experimentu v každé skupině? A kolik měření se provedlo na každém subjektu? Jak dlouhá byla měření? Proč testovací a validační sada? Je někde trénovací sada? Jak spolu tyto dvě souvisí? Použití takového názvosloví je přinejmenším zavádějící.
6. Jaká data (jak dlouhá) a kolik "trialů" bylo použito v ASSR experimentu?
7. V kapitole 4.2 z principu metody není toto tvrzení falešné: "Pokud je signál zatížen svalovým rušením, je obtížné detekovat svalové artefakty, což může výrazně zkreslit výsledné hodnocení navržené metody [1]. Důvodem je překrývající se spektrum výskytu svalového artefaktu a síťového šumu, proto byl síťový šum odfiltrován při předzpracování dat." Nemůže snad ICA a BSS najít i tento druh artefaktu? Pokud je toto tvrzení ("Důvodem je překrývající se spektrum výskytu svalového artefaktu a síťového šumu") výše pravda, pak se ptám, je vůbec ICA a BSS realizovatelná a proč by se měla používat na daleko obtížnější úlohy hledání svalových artefaktů, když nemůžeme nalézt i jednoduše detekovatelný síťový šum.
8. V metodice "Fir, který využívá Diskrétní Fourierovy transformace." chybí přesný popis filtru a parametrů - Dokáží si představit, že špatně navržený 60 nebo 50 Hz filtr naopak do signálu zanesou ještě více artefaktů.
9. Na základě kapitoly 4.2 by čtenář nedokázal zreplikovat provedenou filtraci.
10. V kapitole 4.3 "Koncept BSS je znázorněn na Chyba!", "Nenalezen zdroj odkazů" - neopravený text?
11. Popis PCA je naprosto nedostatečný a zavádějící - jak byla tedy PCA konkrétně použita v této práci? Na reálná data nebo na extrahované příznaky, a jaké?
12. Kapitola 4.4 - "Před rozšířením běžné metody CCA byla tato metoda implementována v programovém prostředí MATLAB a byla ověřena její funkčnost." - Jak byla ověřena její funkčnost? Je zde nějaká testovací kapitola? Nebyla použita žádná testovací uměle mixovaná data? Byly provedeny jednotkové a integrační testy?

13.

"Ve výkonovém spektru lze pozorovat nerůst spektrálního výkonu s rostoucí frekvencí viz Obr. 4.2. Na obrázku 4.2 je uvedeno zprůměrované přes všechny kanály výkonové spektrum pro 256 komponent, ve frekvenčním rozsahu, ve kterém se vyskytuje EEG signál 1–100 Hz, který je využíván pro kontrolu správné funkčnosti implementované metody CCA." To přece v reálných datech není možné? Spektrum EEG klesá výkon podle $1/f$ i bez zarušeného signálu. V případě EEG signálu je typicky pozorováno klesání výkonu spektra s rostoucí frekvencí, což je známý jev nazývaný " $1/f$ šum" nebo "růžový šum".

14. V testování nejsou ukázky EEG signálu a příklady šumu a odstranění šumu/artefaktů.

15. "Rozmezí, ve kterém byla hledána optimální hodnota kroku zpoždění, bylo zvoleno na základě vlastnosti metody CCA, která předpokládá, že autokorelace mozkových signálů je větší než autokorelace svalů [3]." - Toto je podle mého názoru zavádějící předpoklad platný pouze u speciálních případů a nevhodný pro HD256 elektrodový systém a vzorkování 1 kHz.

15. "Komponenty s nižším korelačním koeficientem by se měly jevit jako svalový artefakt, proto komponenty s kanonickým korelačním koeficientem nižším než 0,94 byly odstraněny při zpětné rekonstrukci EEG signálů." - By se měly? A co když ne? Jaké je kritérium a jaký je "fallback" režim? Kde se vzala hodnota 0,94?

16. "Základní validace metod ICA byla provedena na testovacích EEG datech, kde pro výběr vhodné metody ICA byly využity korelační koeficienty." - Proč to není nejprve provedeno na umělých přesně definovaných testovacích datech?

17. "Při správném odstranění komponent, které se jeví jako svalový artefakt, by mělo docházet ke zvětšení korelace mezi frontální a temporální oblastí po aplikování metody BSS." - Je toto vaše tvrzení nebo je založeno na literatuře? Nedomnívám se, že k tomuto bude docházet u všech svalových artefaktů, především protože amplituda a vzájemná korelace během svalových kontrakcí jsou obrovské ve srovnání s malým EEG a jeho korelací mezi frontální a temporální oblastí, kde klasicky dochází k lomům aktivit a změnám výkonu ve frekvenčních pásmech. V práci jste nedoložila dostatečnou evidenci pro toto tvrzení.

18. Kapitola 4.5 - Já vůbec nerozumím tomu, proč má smysl pro experiment s evokovanými potenciály dělat svalový denoising, když průměrování samo o sobě odstraní svalové artefakty. Beru to jako nevysvětlenou část práce a metodickou chybu.

19. Tabulka 4.1 je naprosto zbytečná a nic neřkající. Rozhodně není: "Popis analýzy pomocí analýzy opakovaných měření ANOVA s 10 subjekty, pro aplikované metody BSS."

20. V kapitole 4 není uvedeno, jak dochází k odečítání detekovaného signálu/komponent na jednotlivých elektrodách a tak k odstranění šumu.

21. Kapitola 5 Výsledky formálně obsahuje části metodiky.

22. "Optimální krok zpoždění EEG signálu byl hledán v rozmezí 1–20 ms." - Proč je optimalizace pouze v tomto rozsahu zpoždění?

23. Je tabulka 5.1 souhrnná pro všechny subjekty, nebo pro jednoho vybraného subjektu? Celé je to velice nejasně popsáno.

24. Na obrázku 5.2 jsou frekvenční spektra všech komponent téměř identická? Dává to smysl? Není něco špatně? Navíc spektra vůbec neodpovídají $1/f$ spektru fyziologických signálů.

25. Pokud na stránce 52 tvrdíte: "Podle subjektivního vyhodnocení výkonového spektra byly odstraněny komponenty 1, 5, 6, 9, 12, 15 a 16.", jaký má tedy celý postup smysl, když se vybírají komponenty k odstranění subjektivně na základě vizualizace spekter? Jak je toto v reálu použitelné?

26. Obr. 5.6 - Co je to signál čeho? Z jaké elektrody?

27. Neprokázaný vliv BSS na ASSR. Nedostatečně vysvětleno, jaké má tedy metoda využití?

28. Kapitola 6 Diskuse neobsahuje dostatečně diskutované limity. Diskuse není diskuse, ale spíše pokračování kapitoly Výsledků a konstatování faktů, co bylo provedeno a zvoleno, a bez širšího komentáře a diskusních bodů.

29. Práce nemá žádné testování ani na úrovni "Unit testů" ani "Integračních testů".

30. Zcela postrádám alespoň v příloze práce popsání technické řešení a jeho testování. V zip. příloze jsou pouze komentované nepopsané soubory Matlab kódů a data.

Malé připomínky:

1. V abstraktu nejsou uvedené metody, data a jedna se spíše o mix úvodu do problematiky a výsledků.

2. V kapitole Úvod jsou malé nesrovnalosti, např: "Elektroencefalografie (EEG) je záznam popisující časové změny elektrického potenciálu, způsobené mozkovou aktivitou" - EEG nic nepopisuje, ale spíše zaznamenává.

3. Celý úvod je psaný jednoduchými větami, je to velice kostrbaté čtení

4. "Hlavním důvodem je to, že svalový artefakt má velkou amplitudu, široký rozsah a fyziologický vzorec, který zajišťuje, že četné běžné techniky odstraňování artefaktů jsou neúčinné" - čeho široký rozsah máte na mysli?

5. V textu se objevují malé i velké pravopisné chyby a překlepy, např: "lze použít", "20kanalového"

6. Nějaké zkratky nejsou zavedeny před prvním použitím, např.: ASSR a PCA

7. V kapitole 2 se hovoří o EEG signálových rytmech, autorka má pravděpodobně na mysli "aktivitu" nebo spíše

"frekvenční pásma".

8. "Nervová membrána hraje zásadní roli v záření nervového signálu." to je přinejmenším zajímavý obrat, který se v ČJ asi moc nepoužívá nebo nedává smysl. Raději bych navrhoval použít slovo "genezi" nebo "ve tvorbě".

Jméno a příjmení: Doc. Ing. Václav Křemen, Ph.D.

Organizace: ČVUT CIIRC

Kontaktní adresa: Jugoslávských partyzánů

1580/3, 160 00 Praha 6

Podpis: 

Datum: 2.července 2023