

Oponentský posudek disertační práce
Ing. Petra Klimeše
„Stanovení vzájemných vazeb mezi mozkovými strukturami“

Ing. Petr Klimeš předložil disertační práci, která se zabývá vybranými tématy z oblasti analýzy signálů a jejich aplikací na studium dynamiky mozkové aktivity měřené pomocí intrakortikální elektroencefalografie. Jedná se o téma aktuální jak obecně, tak specificky ve směru k popisovaným aplikacím na analýzu charakteru epileptogenní tkáně i zpracování informace v mozku při řešení kognitivních úloh.

Disertační práce je psaná v českém jazyce, má pět kapitol včetně úvodu závěru a rozsah 77 stran. Text je dále doplněn obsahem, seznamem obrázků, tabulek a použitých symbolů, veličin a zkratk, a seznamem použité literatury.

Práce je výstižně motivována v nečíslovaném Úvodu, po kterém následuje kapitola Dosavadní vývoj, shrnující základní poznatky z elektrofyziologie včetně biologického původu elektrických signálů v mozku, metod měření a analýzy EEG a signálu. Tato první kapitola přináší přehledným a dostatečným způsobem kontext práce, dojem poněkud kazí nezanedbatelné množství drobných jazykových a formálních chyb, viz příklady níže.

- „medoty“ resp. „medota“ na straně 14 a 21 – a další překlepy, které by měla odhalit kontrola pravopisu („interkace“, „bipolární“, „jednotlivé“, „vychází“...), či například „pacienti byly“, str. 38 či „Weschova metoda“, str. 30
- chybějící uvedení zdroje u obrázku 1.1
- zřejmě chybějící předpoklady u některých tvrzení, například obecně zřejmě neplatí „Maximální hodnota [vzájemné informace] se rovná hodnotě vlastní informace jednoho signálu (signály jsou v tomto případě identické)“, str. 35
- problematická notace při zavedení Grangerovy konektivity (str. 24, 25), terminologické nejasnosti při zavedení ERS a ERD (úroveň signálu vs. Výkonu, str. 15)

Druhou kapitolou je jednostránková definice cílů práce. Cíle jsou definovány úvodním odstavcem a sedmi odrážkami, která zřejmě odpovídají určité strategii plnění cílů. Struktura cílů však není úplně jasná (opakování), stejně jako splnění u některých z nich, zejména:

- je zmiňováno použití „metod korelace, koherence a časově frekvenční analýzy“, koherence je ovšem následně zmíněna jen v diskusi jako možná alternativní metoda
- zmíněná analýza limitací metod a jejich srovnání s jinými metodami je zřejmě v práci provedena jen na úrovni diskuse
- cíl „Zacílení metody na vybrané mozkové struktury (např. hippocampus, amygdala) a diskutovat rozdíly v jejich funkci“ splněn asi jen částečně, podle diskutovaných mozkových struktur ve výsledcích

Třetí kapitola prezentuje samotný originální vědecký příspěvek práce. Je členěna do dvou podkapitol přibližně odpovídajících dvěma výzkumným projektům studenta, jejichž výsledky prezentoval v doložených prvoautorských manuskriptech do časopisů s dobrým impaktem (jeden z nich již publikován, druhý v recenzním řízení).

Již publikovaná podkapitola 3.2 dokládá detailní zvládnutí relativně široké škály postupů analýzy intrakortikálních elektrofyziologických měření, včetně porozumění jejich neurofyziologickému a klinickému kontextu, zejména v oblasti epileptologie. Kapitola prezentuje studii funkční konektivity mozku pacientů s epilepsií, systematicky mapující její závislost na stavu (spánek/bdění), frekvenci (8 neurologicky významných frekvenčních pásem) a zejména prostorovém umístění (konektivita párů lokalit uvnitř oblasti počátků záchvatů, mimo ni, nebo přemosťující její hranici). Takováto systematická studie představuje originální přínos v aplikační oblasti klíčového společenského významu vzhledem ke svému potenciálu zkvalitnit plánování neurochirurgických zákroků.

Podkapitola 3.1 prezentuje originální příspěvek autora v oblasti analýzy multivariátních(bio)signálů, konkrétně návrh metody fúzující výsledky univariátní analýzy spektrálního výkonu a bivariátní analýzy závislosti (korelace) mezi signály. Metoda je navíc zasazena v rámci frekvenčně a časově rozlišené analýzy pomocí klouzavého okna. Metody ke sjednocení či společné interpretaci univariátních a bivariátních analýz skutečně citelně chybí, jedná se tak o vysoce aktuální otázku. Určitou slabinou navržené metody je chybějící nástroj na vyhodnocení statistického významu výsledků, bez které zůstává hlavním přínosem přehledná vizualizace a strukturace výsledků.

Pomohlo by i případné otestování chování metody na simulacích nebo srovnání s možností využití pro charakterizaci výsledků například kovarianci (ta rovněž zohledňuje změny v korelaci i ve výkonu signálů). Rovněž popis statistické metodiky (té použité už na úrovni univariátního signálu) byl bohužel poněkud nejasný (není zřejmé jak je vyřešen problém integrace výsledků přes různé počty a umístění elektrod u různých subjektů).

Práci uzavírá kapitola Závěr, která na necelých dvou stranách shrnuje výsledky a doplňuje kontextovou informaci o dalších spolupracích a navazujících projektech autora.

Shrnutí:

Celkově se práce zabývá obtížným a aktuálním tématem spadajícím do oboru disertace. Práce vykazuje původní přínosné části (systematickou analýzu konektivity epileptického mozku, návrh metody propojení výsledků univariátní a bivariátní analýzy). Jádro práce bylo na přijatelné úrovni publikováno (jedna studie přijata, druhá v recenzi v dobrém impaktovaném časopise). Celková vědecká činnost uchazeče zahrnuje účast na řadě dalších výzkumných projektů a publikovaných výsledků nezahrnutých do textu disertace (včetně dalších min. 2 článků v časopisech s impaktem), a tak prokazuje vědeckou erudici autora. Slabými stránkami práce jsou relativně malý rozsah a drobné chyby v přehledové kapitole, vzbuzující dojem přípravy ve spěchu; a absence rigoróznějšího rozpracování navržených originálních přístupů prostřednictvím testování na simulovaných datech, případně jasný popis rámce k vyhodnocení statistické významnosti některých výstupů.

Několik dotazů k diskusi:

- Kde byla využita v práci opakovaně zmiňovaná koherence a jaké jsou výsledky porovnání metod?
- Na které veličiny byl aplikován Wilcoxonův párový test v podkapitole 3.1? (Na průměry přes elektrody, průměry přes subjekty?)
- Obr. 3.8. ukazuje procento „aktivních“ párů elektrod, v řádu jednotek. Jakou máte evidenci, že toto pozorování není jen projevem náhodného šumu v datech?

S výhradami zmíněnými výše se domnívám, že předložená disertační práce odpovídá obecně uznávaným požadavkům k udělení akademického titulu. Práci doporučuji k obhajobě a v případě úspěšné obhajoby doporučuji udělit titul Ph.D.