

V disertační práci se Ing. Piorecký zaměřil na zpracování a analýzu simultánně zaznamenané elektroencefalografické (EEG) a „blood oxygen level dependent“ (BOLD) aktivity – signál zaznamenaný při zobrazování magnetickou rezonancí (MRI).

Disertační práce v rozsahu 171 stran včetně 33 stran příloh cituje z 314 pramenů, ve třech případech jde o autocitace. Autor zevrubně popisuje stav problematiky, stanovuje cíle od metodických po neurofyziologické, které následně testuje na datech z reálného neurofyziologického experimentu u pacientů s poruchou spánku. Před odbornou veřejností disertant publikoval metodiku odstraňování MRI artefaktů z EEG dat založenou na časoprostorové dekompozici EEG do nezávislých komponent, automatickou metodu klasifikace EEG a redukci EEG dimenzí. V recenzním řízení má také publikaci využívající EEG informované BOLD analýzy u kontrol a pacientů s parasomnií. Metodický přístup pro odstranění artefaktů z EEG, který tvoří jádro disertační práce, byl publikován v časopise s impakt faktorem v prvním kvartilu podle *Journal Citation Index* (Clarivate Analytics). Celkově databáze *Web of Science* (Clarivate Analytics) zahrnuje 12 prací disertanta, H-index má roven jedné.

Odpovědi na otázky kladené oponentovi k vypracování posudku

1) Aktuálnost zvoleného tématu

Zpracování současně registrované EEG a BOLD aktivity je příslibem pro komplexnější popis dějů probíhajících v mozku. Protože obě aktivity mají odlišnou dynamiku a záznamové techniky jsou odlišné, je společná analýza těchto dat obtížná a její zlepšení by progresivně posunulo neurovědní výzkum. Z tohoto pohledu je téma práce doktoranda velmi aktuální.

2) Splnila disertace sledovaný cíl?

Odstranění artefaktů z EEG záznamu a extrakce parametrů pro stanovení kovariát pro BOLD analýzu byly hlavní cíle disertační práce. Stanovené cíle ing. Piorecký splnil.

3) Zvolené metody zpracování

Pro odstranění artefaktů disertant aplikoval metody dekompozice, redukce dimenzí a shlukování založené na strojovém učení. Analýza BOLD signálu byla provedena obecným lineárním modelem. Použité metody považuji s ohledem na řešenou problematiku za vhodné.

4) Výsledky disertační práce a konkrétní přínosy disertanta

Disertant aplikoval algoritmy dekompozice a redukci dimenzí pro odstranění artefaktů z EEG aktivity registrované simultánně s MRI vyšetřením. Tento přístup je inovativní a může přinést vyšší účinnost při extrakci relevantní mozkové aktivity. Ve

spolupráci s týmem Národního ústavu duševního zdraví v Klecanech se disertant podílel na analýze EEG a BOLD aktivity v experimentu zkoumajícím koreláty parasomnie.

5) Význam pro praxi a rozvoj studijního oboru Biomedicínská a klinická technika

Disertační práce zpracovává data funkční MRI, což je v současnosti velmi často užívaná neurovědní technika (za minulý rok US National Library of Medicine indexuje 38621 prací k tomuto tématu). Zavedení efektivních přístupů pro předzpracování dat má multiplikativní dopad. Mimo vlastní technické řešení Ing. Piorecký vstřelil neurovědní problematiku a zapojil se do neurofyziologického týmu. Ve své disertační práci výsledky experimentu kvalifikovaně popisuje. Domnívám se, že mezioborová spolupráce je pro absolventa DSP programu Biomedicínská a klinická technika velmi důležitá kompetence, která posiluje význam biomedicínského inženýrství ve vědecké komunitě.

6) Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Práce je graficky upravená a typograficky zdařile vysázena. Jako významný nedostatek shledávám malý cit disertanta pro český jazyk, který vyústil v množství nesrozumitelných nebo nesprávných tvrzení, např. „Díky informacím o tkáňové struktuře a rozměrech z fMRI je následně možné vypočítat proudové cesty uvnitř mozku propagující na povrch skalpu přesněji.“, „Fyziologická omezení zahrnují pohodlí a bezpečnost pacienta.“, záměny hypotézy za otázku (str. 25), nebo překlepy či nedostatky v literatuře. Naopak oceňuji novotvar „mělčení“.

7) Připomínky a závěrečné hodnocení disertační práce

Dotazy na disertanta

- 1) *Porovnal jste efektivitu Vašeho přístupu pro odstranění artefaktů z EEG s jinými přístupy (např. <https://people.montefiore.uliege.be/phillips/FASST.html>)?*
- 2) *Zkoušel jste kvantifikovat účinnost Vaší metody pro odstranění artefaktů z EEG pomocí dat s modelovaným množstvím šumu/artefaktů?*
- 3) *Jak byly optimalizovány volby parametrů jako např. „k“ (perplexita) u metody DBSCAN (Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise)?*
- 4) *Jak si vysvětlujete lokální a fázové změny zachycené první komponentou PCA (Princila Component Analysis) ve spektrálním výkonu na obr. 5.21?*

*Na základě uvedených skutečností **doporučuji** předloženou disertační práci „Analýza dat simultánního nahrávání EEG a fMRI“ Ing. Marka Pioreckého **k obhajobě**, neboť práce obsahuje původní, vědecky oponované a publikované výsledky, odpovídá tak VŠ zákonu č. 111/89 Sb., §47 odst. 4, jakož i požadavkům na disertační práci podle Studijního a zkušebního řádu ČVUT, §28 odst. 1 (<http://www.fel.cvut.cz/cz/rozvoj/studijni-rad.pdf>).*

V Račicích nad Trotinou
16. listopadu 2020

prof. Ing. Jan Kremláček, PhD.
přednost Ústavu lékařské biofyziky
Lékařská Fakulta v Hradci Králové
Univerzita Karlova v Praze
jan.kremlacek@lfhk.cuni.cz

