

Posudek oponenta diplomové práce

Autor práce: **Bc. Pavel Mochura**

Název práce: **Detekce pohybu končetin z EEG signálu při cvičení na rehabilitačním robotovi**

Obsah práce

Diplomant se v práci zabývá problematikou detekce pohybových potenciálů z EEG signálu a možnostmi jejího využití k ovládní rehabilitačního robota. V teoretické části práci nejprve popisuje základy týkající se EEG signálu a evokovaných potenciálů. Následně přechází k motorických evokovaným potenciálům a zaměřuje se zejména na tzv. ERD/ERS. Výpočty uvedené v kapitole 3.2.1 později poslouží k návrhu předzpracování a příznakové extrakce. Zbývající kapitoly teoretické části popisují umělé neuronové sítě (NS) a problematiku rehabilitačních robotů. V literární rešerši trochu postrádám diskuzi jiných EEG systémů založených na ERD/ERS na podporu rehabilitace. V realizační části se pak autor zabývá návrhem samotného EEG experimentu, měřením EEG signálu, předzpracováním a klasifikací. Na závěr autor prezentuje výsledky různých konfigurací příznakové extrakce a NS na úspěšnost klasifikace formou tabulek. Diskuze výsledků je spíše strohá a omezuje se na srovnání úspěšností klasifikace. Příloha práce obsahuje stručnou uživatelskou příručku a popisuje obsah přiloženého ZIP souboru.

Kvalita řešení a dosažených výsledků

Hlavním realizačním výstupem jsou naměřená EEG data a zejména pak dva Python skripty. První skript umožňuje načtení dat, předzpracování a extrakci příznaků s využitím knihovny MNE, druhý pak klasifikaci s využitím knihovny Keras. Skripty jsou plně funkční. Trénování i testování neuronové sítě bylo provedeno na zprůměrovaných epochách, což přispělo k relativně vysoké úspěšnosti klasifikace (až 90,05 %). Rozhodnutí optimalizovat modely NS i příznakovou extrakci rovnou na testovací sadě však mohlo vést k přetrénování modelů; autor neoddělil validační sadu, ani neprováděl cross-validaci. Za další nedostatek považuji sledování úspěšnosti klasifikace jakožto jediné metriky. Ignorování metrik jako např. precision a recall může vést k přehlédnutí nevyvážené klasifikace.

Formální úroveň

Práce je vcelku vhodně členěna do kapitol a podkapitol. Text práce je však psán místy kostrbatým a neformálním jazykem, často se objevují překlepy (např. v popisu obrázku 3.1), nebo nepřesná vyjádření. Úroveň práce zbytečně sráží nepříliš kvalitní obrázky (např. 8.1), jiné obrázky mají navíc neúplně nebo chybně popsání osy (např. 9.1 a 9.2). U obrázku 3.4 není popsán dílčí obrázek d).

Práce s literaturou

Autor cituje celkem 19 zdrojů, z nichž většina jsou anglické články z vědeckých časopisů nebo sborníků konferencí. U některých odstavců (např. v kapitole 3.1) není zřejmé, z jakého literárního zdroje vychází. Jiné odkazy na literaturu z textu, např. na str. 20 - „Kalcher a Pfurtcheller v roce 1995“, nejsou provázány se seznamem literatury. Práci s literaturou přes uvedené výhrady považuji za přijatelnou.

Splnění zadání

Zadání považuji za splněné bez výhrad.

Dotazy k práci

- 1) Jak byste upravil optimalizaci parametrů neuronové sítě a rozdělení trénovacích/testovacích dat, abyste minimalizoval riziko přeučení?
- 2) Z jakého důvodu označujete dimenzi prvního příznakového vektoru (4 002) za „obrovskou“ a mohl byste upřesnit související „výrazné zpomalení celé neuronové sítě“ (str. 55)? Jak byste uvedené problémy vyřešil?

Diplomant úspěšně navrhl nový experiment, naměřil a zanalyzoval EEG data. Navzdory chybám jsou praktické výsledky práce hodnotné a lze na ně navázat v projektech nebo dalších kvalifikačních pracích. Vzhledem k výše uvedených připomínkám navrhuji hodnocení známkou **dobře** a práci doporučuji k obhajobě.

V Plzni 20. 7. 2021

Ing. Lukáš Vařeka, Ph.D.