

Posudek diplomové práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

Autor práce Bc. Jan Kubový
Název práce Rozpoznávání retinopatie ve snímcích sítnice pomocí strojového učení
Rok odevzdání 2024
Studijní program Informatika **Studijní obor** Umělá inteligence

Autor posudku RNDr. Ing. Otakar Trunda, Ph.D. **Role** Vedoucí
Pracoviště Katedra teoretické informatiky a matematické logiky

Text posudku:

Práce se zabývá vývojem nástroje pro usnadnění diagnostiky onemocnění sítnice zvaného retinopatie. Vytvořený nástroj analyzuje snímek sítnice pacienta pomocí hluboké neuronové sítě a dává zdravotnickému personálu doporučení pro další postup, zejména zdali je, nebo není nutné, aby pacienta vyšetřil specializovaný lékař. Nástroj také indikuje, které části snímku jsou pro rozhodování důležité, což může práci lékaře dále usnadnit.

Text je rozdělený do osmi kapitol poskytujících úvod do problematiky, návrh řešení, experimenty s různými variantami modelu a diskuzi nad výsledky. Stěžejní část práce se věnuje trénování modelu, konkrétně volbě architektury, ladění hyperparametrů, předzpracování dat, kombinování více prediktorů a podobně. Text je psaný česky a po stránce pravopisné a stylistické má dobrou úroveň.

Řešitel prokázal znalosti strojového učení s důrazem na zpracování obrazu a vhodně použil existující nástroje a techniky (TensorFlow, augmentace obrazových dat, použití předtrénované konvoluční vrstvy, automatické ladění hyperparametrů, regularizace, ...).

Pozitivně hodnotím, že se jedná o reálný projekt - navržený systém bude testovaný v IKEMu, a dále, že řešitel obsáhl všechny aspekty projektu: od komunikace se zadavatelem - vysvětlení přínosu projektu, získání a předzpracování dat, přes samotné trénování modelu až po jeho nasazení formou uživatelsky přívětivé webové aplikace.

Za nejslabší části práce považuju

- Nepříliš přesvědčivé výsledky naučeného modelu. Nejlepší získaný ensemble model dosahuje False Negative = 8.5%, čili klasifikuje asi 8% nemocných pacientů jako zdravé, při hodnotě False Positive = 13%. (FN lze snížit posunutím prahu klasifikace za cenu zvýšení FP. Např. u tohoto modelu lze dosáhnout FN=1% za cenu FP = 95%.) Na veřejných nehomogenních datech (z různých typů snímacích zařízení) se nepodařilo natrénovat model, který by výrazně překonal náhodný klasifikátor.
- Malý vědecký přínos dané problematice. Řešitel experimentoval s kombinacemi existujících technik pro řešení konkrétního praktického problému. Nevidím ale významnou inovaci v přístupu, ani významná nová zjištění, např. jaké [architektury, předzpracování, augmentace, atd.] jsou vhodné pro rozpoznávání retinopatie a proč, a jaké naopak ne.

K textu práce mám několik výhrad:

- Je použité jen minimum matematických zápisů a řešitel většinu pojmů opisuje slovně nebo ilustruje na příkladech. Popisy jsou v principu správné, ale některé části textu se svým stylem blíží spíše populárně-naučnému článku než vědecké práci. Formální definice postrádám např. u pojmů ROC křivka a PRC křivka.
- Úroveň detailu často není vhodně zvolená a není konzistentní.
- Dělení na kapitoly a podkapitoly není vždy srozumitelné. Např. "4.3 Popis algoritmů .."

neobsahuje popis žádných algoritmů, 4.6 svým obsahem patří spíš do kapitoly 2 nebo 3, sekce 2.3, 2.5 a 2.6 by bylo možné spojit, atd.

- Přehled literatury je poměrně krátký a nezmiňuje obecnější aspekty využití strojového učení v medicíně, např. důležitost False Negative metriky, a přístupy k jejich řešení. Nejsou zmíněné ani obecnější aspekty zpracování obrazu, např. různé varianty augmentace dat a jejich výhody a nevýhody v určitých situacích.

- Popis vstupních dat je velmi vágní. Chybí přesné informace o množství vzorků i o zastoupení jednotlivých tříd.

- Přesné statistiky výsledků učení není snadné získat z textu ani z příložených dat, kde složka "experiments_output" obsahuje jen screenshoty jednotlivých grafů, ale ne samotná data, ze kterých byly grafy vytvořené.

Práci doporučuji k obhajobě.

Práci nenavrhuji na zvláštní ocenění.

Pokud práci navrhuje na zvláštní ocenění (cena děkana apod.), prosím uveďte zde stručné zdůvodnění (vzniklé publikace, významnost tématu, inovativnost práce apod.).

Datum 5. února 2024

Podpis