

Posudek oponenta bakalářské práce

Student: Osvald Martin**Téma:** Hluboké neuronové sítě pro analýzu medicínských dat (id 23235)**Oponent:** Juránek Roman, Ing., Ph.D., UPGM FIT VUT

- 1. Náročnost zadání** **průměrně obtížné zadání**

Práce se zabývá aplikací neuronových sítí za účelem segmentace zubů. Bylo potřeba se zorientovat v možnostech anotace 3D modelů kvůli tvorbě trénovacích a testovacích dat a také prozkoumat existující frameworky pro hluboké učení. Vše potřebné existuje jako dostupný open source software.
- 2. Splnění požadavků zadání** **zadání splněno s drobnými výhradami**

Druhý bod zadání se zmiňuje o metodách analýzy medicínských dat pomocí hlubokého učení. V kapitole 3.5 je pouze výčet několika článků bez jakéhokoliv propojení s řešeným tématem. Už se ale nepíše jak metody fungují, jaké mají vstupy atd. Zde bych čekal detailnější přehled s konkrétními příklady.
- 3. Rozsah technické zprávy** **je v obvyklém rozmezí**
- 4. Prezentační úroveň předložené práce** **55 b. (E)**

Toto je velmi slabé místo celé práce. Text nejprve velmi krátce shrnuje zubní ortopedii. Pak, v kapitole 3, rozebírá jednotlivé aspekty hlubokého učení. Ale celá kapitola je napsána dosti chaoticky a povrchně. Míchá se zde několik rozličných témat. Jsou zde obecné principy (3.1-3.4), medicínské metody (3.5), multi-view metody (3.6), druhy úloh pro zpracování obrazu (3.7-3.8), a nakonec konkrétní architektury sítí řešící specifické problémy (3.9-3.11). Výběr metod zahrnuje detekční metody a segmentační metodu U-Net. Zcela chybí metody pro detekci klíčových bodů (landmarků), což je také úloha řešená v rámci práce (k níž ale student přistoupil jako k segmentaci).

Medicínským metodám měla být věnována nejlépe samostatná kapitola. Multi-view metody jsou uvedeny zcela bez zjevného kontextu jen na několika řádkách.

Kapitola 4 má dle názvu řešit návrh konvolučních sítí. Až zde se dozvídáme cíl práce, který měl být uveden na začátku práce. Řeší se zde také anotační nástroje (nicméně ne ty, které jsou nakonec v práci využity). Jakýsi pokus o návrh je v obrázku 4.1, nicméně ten není z textu odkazován. Celá kapitola je tak zbytečná.

V kapitole 5 je popsán způsob anotování dat pomocí Blenderu (což považuji za výborný nápad) a generování vstupních 2D obrázků a výstupních map pro trénování neuronových sítí. To je však, dle mého názoru, provedeno neefektivně nebo zcela špatně (např. landmarky reprezentované v anotacích jako segmentační mapy nedávají příliš smysl).

Dále je popsána interaktivní aplikace (kap. 5.4) do které lze nahrát 3D model čelisti, na který lze následně aplikovat neuronovou síť. Tvorba vstupu v aplikaci však neprobíhá stejným způsobem jako v trénovacích datech (toolkit VTK renderuje obrázky jinak) a proto použité metody občas nefungují. Toto by bylo možné řešit například tím, že se budou trénovací data generovat rovněž ve Vtk (nebo i jinak, způsobů by šlo vymyslet více). Tuto možnost však student neprozkoumal.

V kapitole 6 jsou uvedeny výsledky testování, ale zcela chybí jakýkoliv popis použitých metrik a tak není jasné co čísla vlastně znamenají a zda jsou vůbec porovnatelná mezi jednotlivými metodami. Vizualní výsledky aspoň ukazují několik příkladů, ze kterých je zřejmé, že detekční metody nefungují správně a správná cesta je použití segmentace.
- 5. Formální úprava technické zprávy** **55 b. (E)**

Text práce působí jako by byl psán velmi narychlo a bez kontroly. Obsahuje typografické chyby (např. chybné mezery okolo závorek a interpunkce), nečíslované vzorce, obrázky na které se text neodkazuje. A také obsahuje stylistické chyby, jako například věty bez zřejmého kontextu. Některé obrázky by bylo lepší vložit vektorově, aby neobsahovaly rasterizační a kompresní artefakty.
- 6. Práce s literaturou** **85 b. (B)**

Student cituje řadu vědeckých článků týkajících se zejména obecně učení neuronových sítí, segmentace obrazu a detekce objektů. Chybí mi detailnější přehled o využití hlubokého učení v medicíně.
- 7. Realizační výstup** **70 b. (C)**

Výstupem práce je dataset, modely pro detekci a segmentaci a interaktivní aplikace, která ukazuje použití modelů na obrázcích. Dataset obsahuje obrázky renderované v Blenderu a masky s označenými zuby a landmarky.

8. Využitelnost výsledků

Student použil existující metody pro segmentaci obrazu a detekci objektů. Výstupem je také dataset obrázků (pohledy na 3D modely čelisti) s označenými zuby. Bylo by však vhodnější mít, místo obrázkových renderů z různých pohledů, dataset s označováním původních 3D modelů (textury pro zuby a 3D pozice pro landmarky), což by umožňovalo daleko rozsáhlejší praktické využití.

9. Otázky k obhajobě

- Z jakého důvodu se nerozlišují spodní a horní čelisti? Zuby přece nejsou přesně stejné.
- Proč se pro tvorbu vstupu sítě používá *perspektivní* kamera? Jaké to má nevýhody? Jaké jsou další možnosti?
- Proč je vstupem sítě vždy jen obraz, jaké další vstupy by bylo možné využít?

10. Souhrnné hodnocení

60 b. uspokojivě (D)

Student šel v práci dobrým směrem. Využití Blenderu pro anotování 3D dat je, dle mého názoru, správné. Stejně tak je správné přistupovat k úloze jako k segmentaci. Je škoda, že práce není dotažená do konce. Student neprozkoumal všechny možnosti použitých nástrojů, což se odrazilo na výsledcích. Např. vstupy by bylo možné tvořit jinak (využit dalších možností 3D enginu), použít stejné vstupy pro trénování i inferenci v aplikaci, atd. I když se student snaží popsanou metodu "prodat" jako multi-view, jde pouze o přímočaré využití detekce a segmentace 2D obrázků.

Prohlášení: Uděluji VUT v Brně souhlas ke zveřejnění tohoto posudku v listinné i elektronické formě.

V Brně dne: 12. srpna 2021

Juránek Roman, Ing., Ph.D.
oponent