

Ing. Jan Kubíček, Ph.D.

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Disertační práce cílí na problematiku predikce ruptur prsních implantátů. Doktorandka k dosažení tohoto cíle se rozhodla využít potenciál metod hlubokého učení s využitím variabilních technik CNN, které umožňují „čist“ obrazová data a identifikovat lokace, které by mohly poukazovat na ruptury implantátů.

Prsní implantáty představují moderní trend v oblasti estetické a rekonstrukční chirurgie, takže toto téma lze definitivně považovat za recentní vědecké téma v oblasti biomedicínského inženýrství, informatiky a umělé inteligence jako nástroje pro detekci ruptur v obraze.

Z hlediska formální struktury práce je text DiP práce členěn do 8 logicky navazujících kapitol, kde se doktorandka zabývá teoretickými aspekty prsních implantátů, rešerší zobrazovacích metod pro hodnocení prsních implantátů, návrhem detekčního modelu pro detekci ruptur a analýzu výsledků. Taková struktura je standardní, jakou by člověk očekával u akademické práce.

Seznam literatury obsahuje dohromady 86 citačních zdrojů. Doktorandka majoritně pracovala s mezinárodní odbornou literaturou, což potenciál závěrů práce jistě zvyšuje.

Lze si povšimnout, že některé obrázky obsahují citace, ale některé ne, kde není zřejmé, jestli se jedná o originální obrázky od autorky.

Abstrakt by mohl lépe reflektovat technické jádro disertační práce – navrhovaný model detekce ruptur prsních implantátů. Abstrakt obsahuje jen „zmínku“ o CNN, které jsou využity pro detekci, ale tato pasáž by měla obsahovat komplexní návrh řešení detekce.

Disertační práce v kapitole 2.6. si vytyčuje hlavní hypotézu „navrhnout algoritmus pro poloautomatickou detekci časných intrakapsulárních ruptur na základě hodnocení integrity silikonových prsních implantátů“ s dílčími kroky, které obsahují analýzu diagnostických metod (1), charakterizaci ruptur (2), ověření funkčnosti algoritmu (3) a návrh diagnostického postupu pro vyšetření pacientek (7 – předpokládám, že to měl být bod 4). Soudě na základě výsledků práce jsou jednotlivé body splněny. Dokázal bych si ale představit, že bude první vytyčen cíl DiP, který bude vymezovat navrhovaný detekční model a bude předcházet bodu (3) – dle názvu by se mělo jednat pouze o ověření (validaci) modelu, nikoliv návrh modelu.

V kapitole 5.1 doktorandka popisuje využitý dataset pro trénink CNN architektur. Zde by bylo přínosné, kdyby text obsahoval technické parametry obrazů jako je rozlišení, bitová hloubka apod. Toto jsou klíčové parametry pro robustnost navrhovaného systému.

Dokážu si představit, že při využití variabilních dat z jiných MR skenerů s jinými technickými parametry obrazu nemusí být zaručena stejná efektivita detekce. Tato kapitola také popisuje proces anotace oblastí zájmu. Mohlo by v práci být zmíněno, jestli se vyhodnocovaly procedury „interobserver a intraobserver variability“, které by poukázaly na věrohodnost anotací při opakovaném hodnocení jednoho hodnotitele, případně neshody u více hodnotitelů.

V následujícím textu doktorandka popisuje řešení pro detekci ruptur a analýzu výsledků. Chtěl bych ocenit, že doktorandka postavila detekci na potenciálu metod hlubokého učení, což je v současné době jeden z nejdokonalejších a nejprogresivnějších trendů u metod strojového učení. Také kladně hodnotím, že se doktorandka zabývala variabilním nastavením hyperparametrů (kap. 5.3.1), které ovlivňují a řídí proces tréningu AI. Lze také ocenit využití augmentace obrazu (kap. 5.3.2) pro zvýšení robustnosti tréningu CNN. Zde by ovšem text zasluhoval detailnější popis augmentačních technik a také vysvětlení hlavního poslání augmentace, což je prevence jevu „overfitting“.

V kontextu augmentace by bylo vhodné, aby práce nabízela srovnání výsledků s a bez využití augmentace dat, aby bylo možno obhájit využití této procedury. Obecně by popis metod (algoritmů) by měl být v práci extenzivnější s důrazem na matematický princip jednotlivých metod, aby bylo jasné, jak metody fungují. Např. z obr. 5.3 je jasné, že v rámci augmentace bylo využito hranových filtrů, ale není vůbec zřejmé, jaký typ a příslušné nastavení hranové detekce je využito v práci.

Detekce ruptur je konkrétně postavena na třech CNN Resnet-18, Resnet-50 a Xception. Toto je trochu nestandardní, že není jako jádro práce popisována jednotná metodika, která by využívala konkrétní architekturu CNN. Pokud nemělo být záměrem vytvořit komparativní analýzu variabilních CNN architektur. Obecně je známo, že existuje celá řada CNN nad rámec použitých řešení. Z textu pro mě není čitelné, na základě jakých argumentů byly využity právě tyto sítě. Také by bylo dobré vysvětlit, zda doktorandka využila originální architektury, nebo vytvořila vlastní invenci modifikovanou strukturu CNN, kde by se lépe odráželo tzv. „jádro disertační práce“, kde se obecně předpokládá, že student přijde s novým řešením.

Z hlediska analýzy výsledků testování doktorandka publikuje na obrázcích 6.1 – 6.3 grafy tréningu sítí z hlediska dynamiky přesnosti a ztrátové funkce v závislosti na epochách tréningu. Zde by bylo vhodné vysvětlit, o které tréninky z variabilních nastavení hyperparametrů se jedná. Např. zda se jedná o nejlepší nastavení dle experimentálního testování. Zde by bylo vhodnější dát do kontrastu nejlepší/nejhorší nastavení, ať je vidět variabilita výsledků. Z hlediska nastavení augmentace si lze povšimnout variabilního nastavení parametrů Augmenter X a Y (+10 x +50: tab. 6.2, 6.5, 6.8), kde by se očekávalo vysvětlení proč nebylo využito unifikovaných nastavení. Nedostatkem celého testování vidím nevysvětlení ztrátové funkce a její interpretace v kontextu dosažených výsledků.

Textu by určitě prospělo, kdyby doktorandka uvedla, jaký typ ztrátové funkce použila a jak interpretuje její výsledky.

Na základě analýzy výsledků (Tab. 6.10 a 6.11) je vidět, že analyzované řešení v rámci práce dosahuje solidního výkonu detekce, což by předurčovalo jeho využití v rutinní praxi. Na druhou stranu prismatem vědecké práce by člověk očekával, že práce bude nabízet komparaci vlastních výsledků a existujících studií, aby bylo možno vyhodnotit, zda navrhované řešení má potenciál překonat současné „state-of-the-art“ modely.

Jsem názoru, že disertační práce „NÁVRH ŘEŠENÍ PRO VČASNOU IDENTIFIKACI DEFEKTŮ PRSNÍCH IMPLANTÁTŮ“ doktorandky Ing. Barbory Maškové je i přes uvedené výtky kvalitně zpracována a reflektuje aktuální téma biomedicínského inženýrství. Práci DOPORUČUJI K OBHAJOBĚ po zodpovězení následujících otázek:

1. Vysvětlete, proč jste využila konkrétní modely Resnet-18, Resnet-50 a Xception.
2. Vysvětlete, zda Vaše modely, na základě provedených testů, mají tendenci k jevu „overfitting“ a jakými metodami byste řešila jeho prevenci?
3. Vysvětlete, jaký typ ztrátové funkce jste použila u tréninku CNN a jak interpretujete její výsledky.
4. Proveďte komparaci výpočetního času pro jednotlivé modely v kontextu jejich výkonu a vysvětlete, zda výkon konkrétní CNN přímo souvisí s výpočetním časem.

9.12.2024, v Ostravě

Ing. Jan Kubíček, Ph.D.

