

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Automatická segmentace ischemické léze u cévní mozkové příhody
Jméno autora:	Bc. Jakub Šmíd
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	Ing. Ondřej Klempíř, Ph.D.
Pracoviště opONENTA práce:	Katedra biomedicínské informatiky, FBMI ČVUT

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Téma diplomové práce považuji za náročnější. Přestože lze téma segmentace významných oblastí a událostí v obrazech mozku považovat za často a mnohými týmy zkoumané (tj. včetně úlohy segmentace ischemické léze u cévní mozkové příhody), nasazení na měřených datech z Motola a následnou optimalizaci metody bych celkově kategorizoval jako <b>Náročnější</b> .	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Body zadání považuji za splněné. Množství provedených experimentů, scénářů trénování a validace metod pak překračuje body stanovené zadáním.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Co do technického návrhu a realizace je práce založena kategoricky na třech architekturách neuronových sítí operujících v oblasti počítačového vidění. Implementované metody vesměs vycházejí z komunitou uznávané iniciativy-soutěže ISLES, konanou zpravidla v rámci prémiové konference MICCAI. Jedná se o existující, vysoce výkonné architektury, přičemž vlastní invencí modifikovaná struktura se u diplomové práce obecně nepředpokládá. Přesto se diplomant, vzhledem k provedené rešerši, rozhodl pro vytvoření a ověření vlastní implementace 3D U-Net. Tato implementace dovolila snadnou modifikaci neuronové sítě a umožnila snadné ověřování následných experimentů optimalizace. Oceňuji nasazení metod na datech z Motola a návrh celého řetězce zpracování dat. Mimo kreativní části realizace, je rovněž i adaptace existujících ISLES řetězců zpracování na data měřená na lokální klinické pracovišti mnoho odvedené inženýrské práce. Typicky bývá potřeba vyřešit mnohé problémy kompatibility dat a interoperability modelů (ISLES vs. Motol).	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odbornost práce jako celku, technické části, a i rozsahu zdrojového kódu hodnotím jako velmi dobré až výborné. U hodnocení této komponenty se celkově přikláním k A.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Z hlediska formální struktury práce je text členěn do 12 kapitol. Kombinace 12 kapitol a nadprůměrný rozsah práce (více než 80 stran čistého textu), v určitých pasážích zhoršila srozumitelnost. Pro případnou další práci, blog post či publikaci, bych navrhol vylepšit abstrakt. Oceňuji velké množství, jak originálních, tak převzatých obrázků. V obou případech jejich velmi kvalitní zpracování či schématické překreslení. Obrázek 4.2 mohl být uveden až po vysvětlení všech metrik v textu.	
Šablona a grafické zpracování je přehledné.	

Další vybrané komentáře viz dále (vše drobného významu):

V práci jsem narazil na minimální počet překlepů, resp. téměř žádné. Jako příklad překlepu (uu) lze uvést: Strana 9, věta, "Stejně jako tato práce řeší automatickou segmentaci cévní mozkové příhody".

Práce je multidisciplinárního charakteru. Spatřuji občasné "přepínání" stavů jazyka mezi odborným vs. až příliš prostým/netechnickým. Příkladem je např. horní odstavec, strana 11. Chápu, že cílovým čtenářem může být jak lékař, tak kybernetik. Avšak k povaze Mgr. programu Kybernetika a robotika, bych navrhoval se držet konzistentně technického charakteru jazyka.

Rovnici 4 by šlo nazvat např. jako LReLU a odlišit od definice rovnice 3.

#### **Výběr zdrojů, korektnost citací**

#### **A - výborně**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Seznam literatury obsahuje 77 referencí. Nenarazil jsem na žádné prohřešky vůči zvyklostem citování. Literatura je relevantní a recentní (obsahuje mnoho referencí z posledních 3-5 let).

Seznam literatury obsahuje např. i tuto práci z roku 2024, kterou shledávám mimořádně relevantní pro téma DP a nasazení v Motole:

A Robust Ensemble Algorithm for Ischemic Stroke Lesion Segmentation: Generalizability and Clinical Utility Beyond the ISLES Challenge. <https://arxiv.org/pdf/2403.19425>

#### **Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Hlavní přínos práce vidím v myšlence nasadit přijaté a fungující postupy z mezinárodního benchmarku ISLES jako best practices v Motole. Vývoj jednotlivých metod je velmi dobře reflektován i aktivitami této komunity, což je patrné i celou řadou repozitářů a existujících řešení na Github.

Dále cením zdůraznění významu externí validace, a to napříč celou prací.

### **III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

**Celkově se přikláním, i přes drobné výhrady k jazyku, k hodnocení A.**

#### **Otázky:**

1. U obhajoby prosím stručně vysvětlíte, jak přesně jste modifikoval 3D U-Net z ref [63] a proč. Uveďte, zda máte součástí práce porovnání Vaší modifikace s originálním návrhem v ref [63].
2. Přemýšlel jste jakou infrastrukturu by bylo potřeba zařídit pro běh algoritmu v Motole?

3. Současná literatura ukazuje na benefity zavedení metod “Explainability analysis” pro detekci objektů v medicínském obrazu. Mohlo by toto dále pomoci lékařům při interpretaci? Nebo segmentace/detekce lézí, tak jak je prezentováno v DP, je postačující?

Datum: 20. 1. 2025, Praha Klepněte sem a zadejte datum.

Podpis: