

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Analýza pokročilých MRI dat u pacientů s postižením centrální nervové soustavy
<b>Jméno autora:</b>	Adam Rytina
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	doc. Ing. Jiří Hozman, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	ČVUT v Praze, FBMI, Katedra biomedicínské techniky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání diplomové práce bylo dle mého názoru dosti náročné a to ze dvou důvodů. Jednak to bylo obecnější pojetí a jednak bylo nutné realizovat velmi časově náročnou spolupráci s klinickým pracovištěm. Domnívám se, že některé části zadání neměly být vůbec použity (viz část o obecném seznámení s ...) a tímto vytvořený prostor měl být věnován pro užší konkretizaci, či formulaci cílů. Je zde též nezvykle rozsáhlý soubor doporučené literatury, což samozřejmě není chápáno v negativním slova smyslu, ale není to obvyklé. A jako poslední relevantní záležitost bych zmínil nevhodnost názvu v českém jazyce, který zřejmě vzniknul dodatečným překladem do českého jazyka. Jedná se o vztah následujících částí: Analýza pokročilých MRI dat... versus Advanced Analysis of MRI data..., což si neodpovídá. Toto vše není samozřejmě možné ovlivnit z pozice diplomanta. Nicméně, je to relevantní text k danému hodnocení.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<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>	
Diplomant splnil zadání ve všech bodech, i když bylo z jisté části vlastní zadání dosti obecné.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Metodicky byla diplomová práce zpracována správně, i když jsou možné jisté náměty na zlepšení a to zejména z hlediska zacílení diplomové práce a z hlediska přehlednosti. Celkově by asi prospělo, pokud by práce obsahovala blokový diagram, něco jako flow chart, jak celé zpracování probíhalo. Z toho by pak velmi dobře vyplynuly veškeré souvislosti! Viz velmi názorný příklad na <a href="https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0226715">https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0226715</a> (Fig. 1). Tento přístup doporučuji diplomantovi v rámci prezentace, jinak se stane celé úsilí prezentované všem členům komise nepochopitelné, protože jim nebudou jasné souvislosti. Současně se tam dá vyznačit, které části jsou vlastním přínosem diplomanta apod.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Odborná úroveň je velmi dobrá. Celkově je třeba zejména ocenit velký rozsah prací i vlastní diplomové práce. Diplomant měl značnou snahu vypracovat diplomovou práci tak, aby zcela vše vysvětlil a to včetně pojmů, které jsou zřejmě a v rámci diplomových prací se nemusí a ani nemají vysvětlovat. Diplomová práce není učebnice, či kniha. Je pravda, že tím prokázal využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, ale není to vhodný styl pro psaní diplomové práce. Terminologie byla užita velmi vhodně a správně. Z hlediska využití klinických dat se jedná spíše o pilotní soubor, ale data byla relevantní.</p>	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
V českém abstraktu jsou 4 překlepy.	

Práce začíná úvodem na str. 15. Teoretické pasáže začínají od str. 15 do str. 41 a je otázkou, zdali to má smysl stále opakovat, když je to vše převzaté, i když správně citované. 15 stran tvoří pouze reference, tj. použitou literaturu (114 citací). V práci je mnoho příloh.

Matematický dodatek je dle mého názoru u tohoto charakteru práce zbytečný a stačí odkaz na publikace, protože to není kniha/monografie apod.

Celá práce je napsána v anglickém jazyce a to je jistě uznání hodné, protože to není standard v českých studijních programech, ale zase je to jednodušší, co se týče používání zdrojů v anglickém jazyce a použité terminologie.

Obsah je náplní odpovídající, ale rozsáhlý a ta 5-tá úroveň desetinného třídění je již náročná z hlediska přehlednosti.

Obecně tabulky mají mít popis či označení nad tabulkou, jak je obecně zvykem v publikační činnosti.

Vztah 4.1 na str. 24 – je otázkou, jaké jednotky koncentrace použít, nicméně, standard je „mol“.

Vztah 4.3 na str. 25 -  $T$ : the thermodynamic temperature [ $T$ ] má být [ $K$ ].

Poznámky pod čarou jsou velmi dobrou pomůckou v orientaci pojmů. Nicméně, to množství je již značné. Níže uvádím příklady.

Str. 53, 55 též – třetina jsou poznámky pod čarou, čtvrtina přímá citace, ostatní zbytek.... Zde se pak nabízí jiné řešení a tím je seznam použitých symbolů a zkratk a tam se může použít i vysvětlení pojmů.

V kap. 6.4, na str. 60 je typický příklad, podle mého názoru zbytečné přímé citace, viz

*„Segmentation is one of the most important steps in medical image processing that is normally after enhancement. It extracts any clot/abnormal lesion or blood cells/blood vessels present in an image. Each region in a segmented image possesses homogenous properties with respect to features, such as gray level, texture or color, and the property is different for different regions in an image.“* [54, p. 24]

U Fig. 8.1, na str. 67 chybí popis os. Je pravda, že diplomant uvedl popisy v popisu obrázku, nicméně, je zde jedna významná nejasnost a sice, že byla použita škála pouze 256 úrovní šedé, tj. v 8-bitové škále z popisované 16-bitové škály, tj. z 65536 úrovní šedé a není zde popsán způsob, jak byla konverze realizována.

U Fig. 8.8, na str. 74 – pokud jednou vysvětlím význam pojmů, tak stačí použít tyto pojmy a není třeba používat složité a dlouhé opisy, toto je typický příklad (viz jednotlivé anatomické roviny). Pak popis obrázku tvoří 10 řádků, tj. třetinu celé stránky.

Dále by mělo být zásadou, že pokud používám vybraný algoritmus registrace obrazů včetně vhodné optimalizační funkce (cost function), tak je vhodné alespoň uvést konkrétní metody, které byly použity a odkázat se na literaturu. Ano, nebylo to vysloveně součástí zadání diplomové práce, ale stejně jako jiné metody v diplomové práci byly takto vyřešeny, tak by měla být vyřešena i tato situace.

U Fig. 9.2 – jako nedostatek vidím pojmenování škály jako image intensity, nicméně, jsou tam použity hodnoty RGB z rozsahu 0,0 až 1,0 reálných čísel a dokonce na 4 desetinná místa a pro všechny obrázky to vypadá stejně. To je pak velmi matoucí. Toto je třeba vždy komentovat, pokud používáme pseudobarvy.

Na str. 80 je pak pod čarou uveden popis pacientů, či probandů. To má být součástí kapitoly metody, resp. metodiky jako plnohodnotná součást. Ve výsledcích pak má být základní popisná statistika souboru.

U příloh na stránkách 123 až 181, zejména u grafů, je vhodné srovnávat odpovídající si grafy se stejným měřítkem, tj. pro různé metody z hlediska faktoru  $f$  a parametrů  $D$  a  $D^*$ . V současné podobě je to velmi problematické z hlediska množství uvedených grafů a to jednak umístěním a jednak měřítky. Rozdíly vyplnou právě díky výše uvedenému.

### **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.

Diplomant použil 114 citovaných zdrojů. Z toho cca 70 bylo v elektronické podobě. Tyto zdroje byly všechny ověřeny z hlediska obsahu, ale i z hlediska funkčnosti www odkazu. Časové období, tj. od 1994 do 2019 ve prospěch novějších sdělení považuji za zcela dostatečné a vhodné. Student použil relativně dost přímých citací, které celkově mohou tvořit v rozsahu práce okolo 5 stran. Jsou však správně uvedeny a citovány. Z pohledu oponenta diplomové práce se však domnívám, že by jich mělo být méně a to vzhledem k charakteru práce, ale i samotných citací. Všechny použité zdroje jsou řádně citovány a to podle zvyklostí ISO 690 a ISO690-2.

#### **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.*

Hlavním přínosem diplomanta bylo, že navrhnul „optimální“ postup, zahrnující použití daného konkrétního SW a algoritmu pro ověřování vhodnosti použití v rámci IVIM. To je pak zřejmě zejména v kapitole 9. Bohužel musím konstatovat, že úroveň a ani funkčnost programového vytvořeného řešení jsem nemohl posoudit, protože jsem ho neměl k dispozici. Stejně tak netuším žádné podrobnosti o případných publikačních výstupech diplomanta, popř. o vztahu k jakýmkoli projektům.

#### **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.*

Nesporně se jedná o velmi rozsáhlou diplomovou práci, která byla velmi poctivě a pečlivě zpracována. Pouze z hlediska formálního rozsahu a počtu citovaných zdrojů by se mohlo jednat i o dizertační práci. Nicméně, i tak jsem v posudku uvedl některé nedostatky, či připomínky. I přes tyto nedostatky a připomínky jsem však diplomovou práci hodnotil 95 body, tj. klasifikačním stupněm A (výborně), protože se nejednalo o významné nedostatky, které by snižovaly významně úroveň oponované diplomové práce.

Otázky k obhajobě:

1. Myslíte si, že by mohla být nějaká souvislost mezi Vašimi výsledky a výsledky z fMRI, tj. srovnání s BOLD sekvencí a též s průběhem HRF (Hemodynamic Response Function)?
2. Bylo by možné efektivně využít k-prostor pro vybrané úpravy v rámci různých korekcí DWI snímků? Tato problematika, resp. možnost nebyla v rámci diplomové práce vůbec zmíněna.
3. Uveďte jednotlivá omezení a souvislosti DTI versus jakýkoli fyziologický pohyb, tj. zejména vztah k pulzujícímu srdci, co to znamená pro volbu parametru „b“, jaký je požadavek na gradientní pole a jaký je výsledek z hlediska kvality obrazu, pokud máme parametr SR (Slew Rate) omezený, resp. nedostatečný?

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

Datum: 14.6.2020

Podpis: