

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Sledování buněčných procesů na časosběrných snímcích z mikroskopu</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Adam Janich</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra matematiky
<b>Oponent práce:</b>	doc. Ing. Tomáš Oberhuber, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra matematiky

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b> <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	<b>Náročnější</b>
<p>Náročnost zadání práce považuji za přiměřené nebo spíše náročnější. Jde o aplikovanou úlohu a dalo by se říci, že autor pouze aplikoval známé metody na dostupná data. To ale nikdy není tak jednoduché a u tohoto typu úloh řešitel často tráví spoustu času technickými problémy, které pak nemusí být z výsledného textu příliš vidět. Jako oponent tedy asi nedokážu zcela přesně odhadnout, jak náročné bylo vypracování této práce.</p>	
<b>Splnění zadání</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>	<b>Splněno.</b>
<p><b>Autor splnil všechny body zadání.</b></p>	
<b>Zvolený postup řešení</b> <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	<b>Vhodný.</b>
<p>Celé řešení se skládá z několika kroků. Prvním je natrénování neuronové sítě pro detekování objektů v biologických časosběrných datech. Na tyto objekty je následně aplikována metoda sledování pohybu těchto objektů. Výsledky jsou porovnány s ručně anotovanými daty a jsou aplikovány různé metriky pro vyhodnocení přesnosti odvozeného algoritmu. Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu autor ukazuje, že sledovaný pohyb částic lze považovat za Brownův pohyb.</p>	
<b>Odborná úroveň</b> <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	<b>Výborná.</b>
<p>Odborná úroveň je velice dobrá. Autor si podrobně nastudoval i biologické pozadí řešené úlohy. Dále si musel dobře osvojit zpracování dat, trénování neuronových sítí, ale i statistické metody a grafové algoritmy. MHT (Multiple Hypothesis Tracking) algoritmus implementoval v jazyce C++.</p>	
<b>Formální a jazyková úroveň</b> <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	<b>Výborná.</b>
<p>Text práce je psaný anglicky. Angličtina je na velice dobré úrovni. Nenašel jsem snad žádné překlepy. Jen na straně 28 by mělo být zřejmě "In each frame" místo "Each frame". Text je strukturovaný velice dobře, na začátku každé kapitoly je stručně popsán její obsah. Text také obsahuje řadu obrázků napomáhajících lepšímu pochopení. I přesto jsem ale v textu pořádně nepochopil některé dost zásadní věci. Začíná to již na straně 22, kde se domnívám, že definice 1 a 2 měly být lépe okomentovány. Na straně 29 jsem nepochopil použití hypotéz pro trekování, vůbec zde není totiž uvedeno, co je H0 a H1. Možná je to mou slabou znalostí</p>	



statistiky, ale mám pocit, že tato část měla být rozepsána podrobněji. To je asi má největší výtka k textu. Na druhou stranu se mi zdálo, že např. část 3.3 popisující nastavení mikroskopu obsahuje možná až nepodstatné detaily a některé obrázky demonstrují až poměrně triviality (např. obr. 2.6 nebo 4.1). To nekritizují, jeden nikdy neví, jaký parametr experimentu může ovlivnit výsledná data a dobrý obrázek při nejmenším usnadní čtení. Ale vnímal jsem to v kontrastu s pro mě poměrně nesrozumitelným popisem metody pro trekování, které jsou vlastně hlavní těžiště této práce.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

Výborné.

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.

V práci je uvedeno 51 referencí, což považuji je bezpochyby nadprůměrný počet. S kvalitou a korektností citací jsem velmi spokojený.

**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.

Jak již jsem zmínil, jde spíše o aplikovanou práci. Autor aplikoval netriviální metody a získal algoritmus, který dosahuje velmi dobrých výsledků. Ty jsou navíc přínosné o pro samotné pochopení sledovaných procesů v buněčné biologii.

**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.

1. Může autor okomentovat význam definic 1 a 2? Dále bych se zeptal, co jsou hypotézy  $H_0$  a  $H_1$  na straně 29.
2. V části 4.2 je definována funkce tau. Je zde uvedeno, že je spojitá. Proč je to podstatné? Dále je zde uvedena invariance vůči rotacím a zrcadlové transformaci, což se mi nezdá být pravdivé.
3. Použil autor nějakou standardní architekturu sítě U-net nebo ji výrazněji modifikoval pro své potřeby?

Myslím si, že autor dosáhl ve své práci velice pěkných výsledků. Práci bych vytkl jen pro mě hůře pochopitelný popis metody pro sledování pohybu. Ostatní části textu jsou ale na velice dobré úrovni, proto jsem se rozhodl nesnižovat kvůli tomuto nedostatku hodnocení neboť dosáhnout perfektní srozumitelnosti textu často vyžaduje několik iterací úprav textu, na což nebývá u diplomových prací dostatek času.

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

Datum: 26.1.2024

Podpis:

