

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Inverzní návrh fotonických struktur pomocí generativních neuronových sítí
Jméno autora:	Bc. Přemysl Klajs
Typ práce:	diplomová práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra laserové fyziky a fotoniky
Oponent práce:	RNDr. Zuzana Petříčková Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra softwarového inženýrství, FJFI ČVUT

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání je náročné jak svým rozsahem, tak požadavky na znalosti studenta. Vyžadovalo hlubší porozumění problematice inverzního návrhu struktur ve fotonice i zvládnutí pokročilých modelů hlubokých neuronových sítí. Náročným bodem zadání byl také samotný návrh a implementace výsledného modelu, který nebylo možné převzít v hotové podobě, ale bylo třeba přizpůsobit existující metody konkrétnímu fyzikálnímu zadání.</p>	

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>	
<p>Práce po odborné stránce splňuje zadání v plném rozsahu. Student si řádně nastudoval problematiku, zvolil konkrétní úlohu z oblasti inverzního návrhu (návrh pasivního demultiplexoru), navrhl a implementoval generativní model typu GAN, který následně úspěšně aplikoval na daný problém. Dosažené výsledky byly podrobně analyzovány.</p> <p>Výrazným formálním nedostatkem je absence odkazu na zdrojový kód, který je u prací tohoto typu důležitý jak z hlediska dokumentace postupu, tak pro ověření replikovatelnosti řešení. Kód mohl být zpřístupněn buď jako příloha práce, nebo formou odkazu na online repozitář, např. GitHub. Jeho doplnění by významně posílilo celkovou hodnotu práce.</p>	

Zvolený postup řešení	vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Zvolený postup je vhodný a odpovídá aktuálním trendům v oboru. Student si pro řešení zvolil neotřelou konkrétní úlohu a správně identifikoval možnosti využití generativních neuronových sítí typu GAN. Ty následně přizpůsobil dané úloze – oceňuji zejména originální využití kosinové metriky jako ztrátové funkce a propojení GAN modelu s RPN architekturou v rámci společného trénování. Zvolený přístup je z hlediska řešené problematiky relevantní a přináší nové pohledy. Analýza dosažených výsledků je provedena správně a přehledně.</p>	

Odborná úroveň	výborná
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Práce má velmi dobrou odbornou úroveň. Student prokázal porozumění jak fyzikálním principům inverzního návrhu fotonických struktur, tak fungování moderních modelů generativních neuronových sítí. V práci je patrná schopnost samostatné syntézy poznatků z různých oblastí a jejich aplikace na konkrétní technický problém.</p>	

Formální a jazyková úroveň	průměrná
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
<p>Formální stránka práce je celkově na dobré úrovni – struktura je přehledná, značení konzistentní, obrázky a schémata vhodně doplňují výklad. Odkazy na literaturu a části dokumentu jsou většinou správné a úplné, s několika chybami (např. tři nefunkční odkazy na str. 62, odkaz na rovnici „2.2.1“ na str. 27).</p>	
<p>Jazyková úroveň je celkově obstojná, pouze v prvních dvou-třech kapitolách se vyskytuje větší množství jazykových nedostatků (např. vynechaná slova, chybné tvary, předložky nebo pády), které ztěžují plynulé čtení. U rodilého mluvčího češtiny bych takový rozsah chyb nečekala – je škoda, že jinak kvalitní práci tento nedostatek oslabuje.</p>	
<p>Formální nedostatek představuje také chybějící odkaz na zdrojový kód, který by měl být uveden v příloze nebo formou odkazu na veřejný repozitář.</p>	
Výběr zdrojů, korektnost citací	průměrné
<i>Vyjáďte 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.</i>	
<p>Student využil relevantní, kvalitní a aktuální zdroje jak z oblasti fotoniky, tak hlubokého učení. Rozsah řešerše je přiměřený a pokrývá klíčové aspekty řešené problematiky. Citace jsou formálně správné a v souladu s běžnými citačními normami.</p>	
<p>Výtku mám ke kapitolám 1 a 2, kde se na více místech objevují zobecňující nebo příliš silná tvrzení bez přímé opory v citované literatuře (např. tvrzení, že metriky MAE a MSE jsou zcela nevhodné pro klasifikační problémy). Student by si měl dát pozor na pečlivější formulace a větší přesnost výkladu. Některé nestandardní termíny (např. „lineární vrstva“ ve smyslu plně propojené vrstvy) mohou působit zmatečně. Přes tyto výhrady lze práci se zdroji hodnotit jako uspokojivou.</p>	
Další komentáře a hodnocení	
<i>Vyjáďte 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.</i>	
<p>Úroveň dosažených výsledků je velmi dobrá a jednoznačně odpovídá požadavkům na diplomovou práci. Student zvolil vhodně náročnou úlohu a s využitím simulačních nástrojů pro ni připravil trénovací množinu pro učení neuronových sítí. Následně navrhl a implementoval komplexní výpočetní model složený z generátoru, prediktoru a modulu typu RPN, které jsou trénovány na postupně se měnících datech. Vygenerované struktury podrobil analýze, přičemž výsledky jsou dobře zdokumentovány a přehledně interpretovány. Získaná řešení překonávají původní (expertní) návrhy, a přestože stále existuje výrazný prostor pro jejich další zlepšení, jde o slibný výsledek.</p>	

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.

Práce se zabývá náročnou a aktuální problematikou aplikace generativních neuronových sítí na inverzní návrh fotonických struktur. Student prokázal velmi dobrou orientaci v mezioborové oblasti spojující fyziku a hluboké učení, schopnost samostatné práce i návrhu netriviálního výpočetního modelu. Vygenerovaná řešení překonávají expertní návrhy, což považuji za pozitivní.

Mezi slabší stránky patří nevyrovnaná jazyková úroveň a nepřesné formulace zejména v úvodních kapitolách a

absence odkazu na zdrojový kód, který je u prací tohoto typu důležitý z hlediska replikovatelnosti.

Otázky k obhajobě:

1. Model vychází z architektury GAN, kde je typickým cílem generovat výstupy podobné těm z trénovací množiny. To však v této úloze nemusí být žádoucí. Uvažoval jste o modifikaci diskriminátoru tak, aby naopak podporoval větší diverzitu a originalitu výstupů?
2. Model ke konci trénování vykazoval známky nestability. Domnívám se, že to může souviset s biasem vznikajícím během společného učení více sítí. Zabýval jste se touto možností a jejím případným řešením?
3. Jak hodnotíte rozšiřitelnost svého přístupu na další úlohy inverzního návrhu?

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

Datum: 26.5.2025

Podpis: 