

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Machine Learning-Driven Nonlocal Hydrodynamics for Thermonuclear Fusion Modeling
Jméno autora:	Aleksandr Bogdanov
Typ práce:	bakalářská práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra fyziky
Vedoucí práce:	Ing. Milan Holec Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	Lawrence Livermore National Laboratory, CA, USA

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání a motivace k jeho vypsání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce a krátké průvodní slovo k motivaci pro zadání práce.</i>	
<p>Lawrence Livermore National Laboratory je světový lídr technologie termojaderné fúze inerciálního udržení. Desítky let výzkumu v naší laboratoři položily základní kameny teorie, experimentu, diagnostice a obecně multidisciplinárnímu přístupu na cestě k energetické revoluci pro lidstvo 21. století.</p> <p>Zažehnutí termojaderné fúze v srpnu 2021, následné využití kognitivních simulací na základě strojového učení vedoucí ke stabilizaci experimentu a k opětovnému zažehnutí a prvnímu udržení kontrolovaného hořícího plazmatu 4. prosince 2022 v historii planety země, představují milník v dějinách nejen fyziky. Opravdovou výzvou se nyní stává optimalizace designu experimentu se silnou nelineární odezvou, kde se strojové učení nabízí jako skvělá metoda začlenění detailní fyziky za minimální cenu neboli výpočetní čas.</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>Zadání práce, tedy pochopení významu a důsledků nerovnovážné, ne-Maxwellovské, fyziky transportu při modelování experimentů inerciální fúze, a kvantifikování možného efektivního využití metody strojového učení pro design těchto experimentů, bylo splněno.</p>	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	výborná
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
<p>V Aleksove případě bylo rychle zřejmé, že otázka není jestli projekt zvládne, nýbrž jak rychle ho zvládne. Opakovaně při našich virtuálních schůzkách prezentoval velmi dobře připravené výsledky a vlastní podněty, otázky k teorii a širšímu smyslu projektu, často nad rámec zadání. Velice rychle se adaptoval na nové pole strojového učení, kde efektivně aplikoval znalosti a dovednosti získané v předešlém studiu na FJFI. Osobně oceňuji Aleksův konsistentní přístup, kdy ho střet s vědeckou realitou ve formě někdy slepých výzkumných uliček neodradil a konstruktivně hledal jiná, úspěšnější řešení.</p> <p>Aktivní přístup, pracovní morálka a Aleksova efektivita výzkumu v rámci projektu byla dostačující pro splnění podmínek pro zařazení do letní stáže v Lawrence Livermore National Laboratory. Bohužel napjatá politická situace nedovolila aby se tato stáž uskutečnila (A).</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>Interpretace fyzikálních procesů v multi-dimenzionálním fázovém prostoru a Boltzmannův transport představuje zásadní fyzikální koncept a také milník studia na FJFI. Aleksova fyzikální intuice a praktický pohled</p>	

na fyziku transportu za hranicí klasické lokální teorie mu umožnila správně uchopit metodu strojového učení a kvantifikovat její použitelnost pro pokročilé modelování fúzního plazmatu (B).

Formální a jazyková úroveň

průměrná

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Velice kladně hodnotím Aleksovo rozhodnutí psát bakalářskou práci v angličtině pro větší dosah. Práce je dobře organizovaná a dobře popisuje smysl projektu a metody vedoucí k výsledkům a závěrům práce. Forma dokumentace vědeckého procesu je na dobré úrovni. Doporučil bych dodatečnou korekturu pro odstranění občasných nepřesných vyjádření, gramatiky a stylistiky (C).

Výběr zdrojů, korektnost citací

průměrné

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 celé práci je korektně dodržována citační etika a autor odkazuje na 46 předešlých publikací odkazujících na důležité a relevantní závěry v oblasti fyzikálních modelů pro termojadernou fúzi, úvod a aplikaci strojového učení ve fyzice plazmatu, a v dostatečném detailu zachycuje aktuální modelování elektronového transportu s důrazem na jeho nelokální charakter. Celistvost a rozsah citované literatury je dostačující, nicméně by mohl být preciznější. Podobné zlepšení se nabízí u vhodnějšího umístování a frekvenci referencí, které by pomohlo lépe odlišit vlastní přínos nad rámec popisu již existujícího výzkumu (C).

Další komentáře a hodnocení

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

V rámci mezi oborové kombinace teorie fyziky plazmatu, počítačových věd, statistiky a strojového učení, Aleks demonstroval, že rozšíření klasického modelu radiační hydrodynamiky o fyziku ne-Maxwellovské kinetiky je možné s minimálním výpočetním dopadem. Aleksova bakalářská práce už nyní slouží jako referenční materiál pro výzkum nových simulačních modelů pro pokročilou fyziku a design experimentů zapálení termojaderné fúze a hořícího plazmatu na National Ignition Facility.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Osobně považuji téma práce za velice náročné vzhledem k minimální dostupnosti existující literatury zabývající se konceptem rozšíření radiační hydrodynamiky o kinetiku s minimálním výpočetním impaktem. Alex prokázal zapálenost pro fyziku, vynikající schopnosti při vývoji kódu a analýze numerických metod, adaptaci a zorientování se v nové oblasti strojového učení, a cílevědomost.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 28.8.2023

Podpis: 