

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Využití neuronových sítí s fyzikální znalostí při řešení proudění v kavitě
Jméno autora:	Bc. Miroslav Říha
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav mechaniky tekutin a termodynamiky
Oponent práce:	Ing. Petr Jančík, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav mechaniky tekutin a termodynamiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání považuji za poměrně náročné, protože studenti se s vybranou problematikou ve svém studiu nesetkávají. Téma považuji za aktuální a zajímavé i vzhledem k rozvoji výpočetního hardwaru přímo zaměřeného na práci s neuronovými sítěmi.	

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>	
Všechny body zadání považují za splněné. Autor srozumitelně popsal základní pojmy týkající se neuronových sítí a proces jejich učení. Neuronové sítě s fyzikální znalostí (PINN) jsou ilustrovány na příkladu nestacionárního jednorozměrného vedení tepla, včetně částí výpočtového skriptu. Tuto část považuji za zdařilou. Možnosti PINN pro úlohy proudění tekutin jsou popsány za pomoci rozboru výsledků několika odborných článků. Vlastní řešení parametrů proudění v kavitě je popsáno stručněji, nicméně autor výsledky analyzuje smysluplným způsobem.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení považuji za správný. Autor zvolil prostředí knihovny PyTorch, které umožňuje přehlednou práci s neuronovými sítěmi. Rozdělení vyhodnocení sítě při interpolaci a extrapolaci považuji za vhodný, stejně jako využití OpenFOAM pro tvorbu referenčních datových sad.	

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>	
Diplomant prokázal schopnost zpracovat zadaný úkol. K tomu potřeboval aplikovat znalosti a dovednosti nabyté při studiu i množství informací z odborné literatury. S problémy, které se během řešení nepochybně vyskytly, si dokázal poradit.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je logicky členěna a její rozsah přiměřený. Někdy nejsou použity korektní výrazy (tepelná místo teplotní vodivost, uzávěr turbulence). Několikrát se vyskytla neslabičná předložka na konci řádku. Obrázky jsou většinou čitelné, v dobré kvalitě a dobře doplňují psaný výklad. Ovšem za nedostatečně pečlivě zpracované považuji obrázky 3.7 až 3.13, kde je část barevné škály zakryta popisem a jejich interpretace je tak znesnadněna. Práce je psána česky, ovšem většina obrázků a tabulka 1 jsou popsány anglicky, což působí nekonzistentně. Považoval bych za vhodné, kdyby byl skript náležející řešení kavity byl uveden v kompletnější podobě. Chybí mi informace	

o formulaci rovnic, které vyjadřují fyzikální znalost sítě, definici vyhodnocované relativní odchylky nebo odstraňování extrémních hodnot při vyhodnocování validace.

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.

Autor pracuje převážně s odbornými články a kvalifikačními pracemi z poslední doby. Výběr literatury považuji za správný, stejně jako interpretaci získaných informací. Literatura je citována běžným způsobem.

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.

Tištěná verze, kterou jsem měl k dispozici, měla přehozené pořadí některých stránek. Bylo by vhodné, pokud by součástí přílohy (alespoň v elektronické verzi) byly použité skripty, případně i data, pokud by to jejich rozsah umožňoval.

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 aktuálním tématem výpočtové mechaniky tekutin. Diplomant se seznámil s neuronovými sítěmi s fyzikální znalostí, dokázal vhodnými prostředky řešit zadanou úlohu a analyzoval výsledky. Stěžejní část zabývající se prouděním v kavitě však mohla být zpracována pečlivěji. Chybí mi zde některé informace o způsobu řešení. Rovněž bych přivítal náměty na úpravy či budoucí práci, která by byla v tomto tématu zajímavá a přínosná.

Otázka 1:

Jak dlouho trvalo učení vámi použitých sítí a jak dlouho trvá výpočet jednoho bodu řešené oblasti?

Otázka 2:

Naznačte, jak jste zjišťoval optimální parametry neuronové sítě (počet vrstev, počet neuronů, aktivační funkce) pro proudění kavitou.

Otázka 3:

Píšete, že jste pracoval s proudovou funkcí. Jak jste ji definoval a jak probíhal přepočítání mezi touto funkcí a složkami rychlosti (případně zpět)? Jak jsou definovány okrajové podmínky pro tlak v kavitě?

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

Datum: 6.6.2024

Podpis: