

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Application of transformers for system imbalance prediction in electric power transmission system
Jméno autora:	Vojtěch Obhlídal
Typ práce:	diplomová práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra matematiky
Oponent práce:	Ing. Petr Veverka, PhD.
Pracoviště oponenta práce:	Second Foundation a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Předkládaná práce je aplikovaného charakteru a zadání předpokládá obsáhnutí moderních architektur hlubokých neuronových sítí stejně jako nastudování a pochopení mechanismů balancování elektrické sítě, krátkodobých energetických trhů, rozličných datových zdrojů potřebných pro modelování a v neposlední řadě i vynikající znalost programování v Pythonu (zejména knihovnu PyTorch). Tato pestrost činí práci velmi náročnou.	

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>	
Zadání bylo splněno bez výhrad.	

Zvolený postup řešení	vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení odpovídá nejlepším standardům akademickým i datově analytickým. Výzkumné hypotézy jsou korektně formulovány, testovány na reálných datech a nakonec i správně vyhodnoceny. Co se týká datově inženýrského přístupu, autor navrhl vhodné benchmarkové modely, několik modifikací architektury Transformeru pro účely predikce časových řad, navrhl důmyslné zacházení s chybějícími daty a vhodně zvážil a ošetřil omezení, která plynou z používání reálných dat z ELIA (např. opožděná publikace některých vstupů, neúplná data atd.). Autor si byl také dobře vědom rizika protékání historických dat do budoucnosti a toto bylo na několika místech správně ošetřeno. Navržené metriky pro evaluaci modelů byly vhodné a správně vyhodnocené.	

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>	
Autor bohatě čerpal z odborné literatury (zejména pak zcela aktuální) a byl schopen tyto výsledky prezentovat a využít pro účely práce. Zároveň nastudoval velmi detailní informace o fungování elektrické sítě a energetických trhů často z velmi heterogenních zdrojů. Autor svou úlohu i jednotlivé modely dostatečně rigorózně popsal a na některých místech provedl důkaz (či jeho náznak) některých klíčových vlastností.	

Formální a jazyková úroveň

výborná

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku. Práce je psaná velmi dobrou angličtinou a s minimem překlepů. Na několika málo místech bych doporučoval sjednotit značení, ale jedná se opravdu o drobnosti.

Výběr zdrojů, korektnost citací

výborné

Vyjáďřete 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.

Veškeré převzaté výsledky jsou řádně a bohatě citované. Výběr zdrojů je naprosto dostatečný a v podstatě pokrývá současný kánon strojového a hlubokého učení včetně nejnovějších výsledků v oblasti.

Další komentáře a hodnocení

Vyjáďřete 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.

Hlavní výsledek práce, tj. aplikace state-of-the-art architektury na netriviálně predikovatelnou reálnou časovou řadu, je zajímavý zejména z aplikačního hlediska neb ukazuje sílu, ale i omezení této architektury v porovnání s jinými běžně užívanými modely. Po jistém ladění byla nalezena varianta modelu, které se již přibližuje benchmarkovým modelům a s rostoucím množstvím dat a dalším ladění, které je v práci navrženo, existuje předpoklad dalšího zlepšení.

Za zmínku také stojí mimořádná důležitost a téměř až naléhavost této úlohy s ohledem na energetickou transformaci a výzvy, kterým tento sektor v dnešní době čelí.

Autorova implementace v jazyku Python dosahuje nejvyšších programátorských a průmyslových standardů.

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.

Na práci mne nejvíce zaujala volba a kvalita zpracování moderního tématu, které bylo následně aplikováno na netriviální reálnou úlohu, což v mých očích představuje ideální příklad aplikace výsledků základního výzkumu. Zároveň oceňuji autorovu schopnost kvalitní prezentace modelů, ale i výsledků, volbu vhodných datových analytických postupů a také korektnost a poctivost při vyhodnocení výsledků. V neposlední řadě také oceňuji mimořádně kvalitní implementaci v programu Python.

Otázky k obhajobě:

1. Nebylo uvažováno i o LSTM modelu jakožto benchmarku případně proč ne?
2. Jak je u Transformerů ošetřen problém mizejícího gradientu při trénování?
3. Nebylo uvažováno o využití dat o aktivaci přeshraniční regulace?

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

Datum: 28.1.2024

Podpis:

