

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	Využití metod strojového učení pro řešení úloh rozvrhování
<b>Jméno autora:</b>	Evgeniya Brichkova
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra Počítačů
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Petr Marek
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	FEL Katedra Kybernetiky

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce hodnotím jako mimořádně náročné, protože leží na pomezí dvou disciplín – plánování a hlubokých neuronových sítí.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</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>	
Studentka navrhla řešení rozvrhovacího problému 1 rj suma Uj, pro které aplikovala algoritmy hlubokých neuronových sítí, konkrétně Seq2seq a Transformers. Studentka v experimentech otestovala závislost kvality výsledných plánů pro instance odlišných velikostí, než na jakých byly neuronové sítě trénovány. Dále ukazuje závislost kvality výsledných plánů pro různé velikosti trénovací množiny. Zde ale dosažené výsledky vzbuzují podezření, protože neodpovídají běžné praxi, že větší trénovací dataset vede k lepším výsledkům. Studentka ale vysvětluje výsledek tím, že se jí podařilo dosáhnout lepší vyváženosti dat v menších datasetech. Studentka dále demonstrovala, že Transformers architektura snižuje čas potřebný pro nalezení plánu oproti baseline metodě. Bohužel již nevěnuje stejný prostor výsledkům architektury Seq2Seq.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Studentka použila nejnovější přístupy v podobě Seq2Seq architektury a obzvlášť speciální pozornost zasluhuje aplikace Transformer architektury.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Studentka správně definuje používané přístupy i pojmy, které i vhodně demonstrovuje pomocí matematických vzorců.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
V práci jsou občasné gramatické chyby (chybějící slovesa, prohozené předložky). V budoucích pracích bych doporučil text dělit do kratších odstavců. V některých odstavcích diplomové práce autorka probírá vícero konceptů najednou, což znesnadňuje pochopení. V několika případech je v textu použité špatné zalomení řádků uprostřed matematických notací či chybná mezera před interpunkčním znaménkem.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</b>
<i>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 vykylostmi a normami.</i>	

Studentka korektně cituje vhodné práce v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

#### **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.*

Pozitivně hodnotím kapitolu rozebírající výzvy v aplikaci algoritmů strojového učení na úlohu rozvrhování. Dokazuje to, že studentka vhodnost aplikace předem promýšlela.

V grafu 5.4 hodnotím negativně škálu na ose  $y$ . Kvůli aplikaci logaritmu na čas není na první pohled zřejmé, kolik sekund trvá získání řešení. Doporučil bych spíše logaritmickou škálu osy  $y$ .

### **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.*

Problém aplikace algoritmů strojového učení pro řešení úloh rozvrhování je náročné, protože leží na pomezí disciplín plánování a hlubokých neuronových sítí. Studentka navrhla dobrá řešení, využívající architekturu Seq2seq a Transformers, která otestovala jak z pohledu kvality řešení, generalizace i časové náročnosti. Studentka ukazuje, že řešení využívající architekturu Transformer překonává v kvalitě nalezeného plánu baseline přístup konzistentně pro instance různých velikostí. Dále demonstruje, že architektura snižuje čas potřebný pro nalezení plánu oproti baseline metodě. Bohužel již nevěnuje stejný prostor výsledkům architektury Seq2Seq.

Text práce je místy náročné sledovat.

Otázky:

- 1) Transformer architektura má své kořeny ve zpracování přirozeného jazyka. Vynikajících výsledků dosahuje obzvláště v případech, kdy je předtrénována pomocí unsupervised tréninku na velkém textovém korpusu a následně dotrénována pro konkrétní aplikaci. Ukázkou může být např. odvozený model BERT. Dalo by se v případě rozvrhování aplikovat podobný postup v podobě předtrénování na obecné úloze a následné dotrénování pro konkrétní aplikaci?
- 2) Jaký vliv na inferenční čas by mělo spuštění vámi aplikovaných neuronových sítí na grafické kartě?
- 3) Zkusili jste experimentovat s baseline přístupy strojového učení jako je např. k-NN klasifikátor?

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

Datum: 29.5.2021

Podpis:

