

Posudek oponenta diplomové práce

Jméno a příjmení autora posudku: doc. RNDr. Iveta Mrázová, CSc.

Jméno a příjmení autora práce: Bc. et Bc. Vít Fojtík

Název práce: Approximation of Functions Continuous on Compact Sets by Layered Neural Networks

Vlastní text (sem prosím napište text posudku, délka textu posudku není omezena):

Předkládaná diplomová práce Bc. et Bc. Víta Fojtíka se věnuje problematice aproximace spojitých funkcí pomocí vrstevnatých neuronových sítí a odhadem mezí pro velikost / architekturu tohoto typu sítí. Autor se měl seznámit se základními přístupy použitelnými pro analýzu aproximačních vlastností vrstevnatých neuronových sítí (např. Stone-Weierstrassova věta, konvoluční metoda, konstruktivní Kolmogorovova metoda a další) a měl sepsat stručné shrnutí prostudovaných metod. Některou z metod měl použít ke konstrukci dolních a horních mezí pro počet neuronů potřebných k aproximaci spojitých funkcí s požadovanou přesností, k identifikaci vlastností spojitých funkcí relevantních pro tyto meze a případně i k zobecnění těchto metod pro širší oblast přenosových funkcí používaných v neuronových sítích. U některé z metod měl meze pro odhad složitosti otestovat na funkcích aproximujících vybraná referenční data z datových repozitářů.

Těžiště práce spočívá v odvození horní meze pro počet skrytých neuronů v tzv. mělkých (shallow) neuronových sítích, které by byly potřeba pro aproximaci spojitě funkce na kompaktní množině. Důkaz věty je motivován důkazem Stone-Weierstrassovy věty od B. Brosowského a F. Deutsche (1981). Je však obecnější než předchozí odhady podobného typu a je čistě konstruktivní. Základní myšlenkou důkazu je rozdělit uvažovanou kompaktní množinu (pomocí mřížky) na malé polytopy tak, aby se hodnoty cílové funkce na jednotlivých polytopech příliš neměnily. Indikátorová funkce na každém z těchto polytopů se aproximuje pomocí neuronové sítě s exponenciální přenosovou funkcí. Použitá exponenciální přenosová funkce je poté aproximována pomocí sigmoidy. Výsledné hodnoty jsou následně zkombinovány dohromady tak, aby celý model aproximoval cílovou funkci. V závěru práce autor nastiňuje i alternativní přístup pro odhad počtu skrytých neuronů pro aproximaci cílové funkce téměř všude.

Práce sama je napsaná velice dobrou angličtinou, má hezkou grafickou úpravu, je přehledně členěná a obsahuje celou řadu obrázků a doplňujících textů, které dobře ilustrují popisované postupy a ideje. Drobné nepřesnosti se v práci vyskytují poměrně zřídka (viz např. obrázek 2.6 (a) – (c), resp. nekonzistentní odhad pro počet skrytých neuronů h uváděný na str. 21 a na str. 52). Seznam použité literatury čítá 31 vesměs relevantních položek, ze seznamu doporučené literatury obsaženého v zadání práce je však v práci použita jen jediná práce (z celkem 14). Výsledky testování odvozených mezí na funkcích aproximujících vybraná referenční data z datových repozitářů jsem v práci nenašla. Podrobná diskuse dosažených výsledků a postupů použitých při důkazech v práci formulovaných tvrzení nicméně dokládá dobrou orientaci autora v řešené problematice.

Předkládaná práce splňuje svůj původní cíl. Diplomant pronikl dostatečně hluboko do problematiky umělých neuronových sítí a prokázal schopnost samostatně řešit i poměrně náročné úlohy spojené s jejich využitím pro aproximaci funkcí. Vlastní výsledky a zkušenosti dokázal objektivně vyhodnotit. K obhajobě práce mám následující otázky:

1. Je možné využít dosažené výsledky i pro odhad potřebného počtu skrytých neuronů v hlubších variantách vrstevnatých neuronových sítí?
2. Posudte použitelnost svého přístupu v kontextu ostatních běžně používaných přenosových funkcí a architektur vrstevnatých neuronových sítí, např. sítí typu ELM (Extreme Learning Machine), popřípadě RBF (Radial Basis Function). Vysvětlíte, jaký vliv by mělo jejich využití v případné implementaci vytvářeného modelu vícevrstvé neuronové sítě na jeho praktickou použitelnost?

Doporučení k obhajobě:

Z výše uvedených důvodů práci doporučuji k obhajobě.

Vynikající práce vhodná pro soutěž studentských prací	NE [x]
---	--------

Seznam soutěží studentských prací, viz <http://www.mff.cuni.cz/studium/bcmgr/prace/>

Pokud jste výše zaškrtnli ANO, zdůvodněte prosím svůj návrh, případně uveďte konkrétní soutěž, pro kterou je práce vhodná (rámeček lze nechat prázdný, pokud za dostatečné zdůvodnění považujete text posudku):

V Praze dne: 6. 6. 2022

Podpis:**

* *nehodící se škrtněte (vymažte)*

** *do SISu vkládejte formulář nepodepsaný (ve formátu PDF), podpis je potřeba doplnit až na vytištěný posudek.*