

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Machine Learning Techniques for High Performance Image Compression (Metody strojového učení pro efektivní kompresi obrazu)
Jméno autora:	Bc. Rudolf Studený
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra radioelektroniky
Vedoucí práce:	Ing. Karel Fliegel, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	FEL ČVUT v Praze, Katedra radioelektroniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Aplikace metod strojového učení ML (Machine Learning) a zejména hlubokého učení DL (Deep Learning) pro efektivní kompresi obrazu patří mezi aktuální témata, jak v oblasti výzkumu, tak i mezinárodních standardizačních aktivit. V rámci standardizační skupiny ISO/IEC SC29/JTC1/WG1 JPEG (Joint Photographic Experts Group) patří rozvoj metod komprese založených na učení mezi nejnovější projekty pod označením JPEG AI. Zadání diplomové práce je relevantní a nabízí potenciál k dosažení zajímavých výsledků. Vzhledem k relativně nedávnému masivnímu rozvoji výzkumu v této oblasti a jen základnímu pokrytí v předmětech studijního programu lze toto zadání považovat za náročnější. Z velké části byla problematika pro studenta úplně nová a musel si ji samostatně nastudovat.</p>	

Splnění zadání	splněno s většími výhradami
<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>Tento posudek se soustředí na hodnocení přepracované diplomové práce po neúspěšné obhajobě původní verze. Podle zadání měl diplomant podat přehled nových metod pro kompresi obrazu založených na strojovém učení ML (Machine Learning) a zejména hlubokém učení DL (Deep Learning). V praktické části práce pak mělo být provedeno porovnání účinnosti vybraných metod strojového učení s klasickými kompresními schémata na vhodně zvolené databázi testovacích obrazových dat. V teoretické části práce se student věnuje obecnému úvodu do problematiky metod strojového učení a uvádí základní topologie umělých neuronových sítí, včetně metod jejich učení a testování účinnosti. Této problematice je věnováno přibližně 18 stran. Výrazně menší prostor, přibližně 9 stran práce, je zaměřen na popis metod strojového učení pro kompresi obrazu. Rozbor současného stavu, zejména s ohledem na volně dostupné materiály, např. v kontextu projektu JPEG AI, lze považovat za neúplný. Proti původní verzi došlo jen k drobným úpravám a vylepšením teoretické části práce. Vlastní přínos diplomanta měl spočívat zejména v praktické části, která se podle zadání věnuje porovnání účinnosti vybraných metod strojového učení pro kompresi obrazu a konvenčních přístupů. Tento problém je rozpracován na omezeném rozsahu asi 12 stran a proti původní verzi došlo ke znatelnému rozšíření. Lze konstatovat, že zadání bylo v hrubých obrysech splněno. Kvalita zpracování zejména experimentální části je spíše podprůměrná.</p>	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	D - uspokojivě
<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>Pan Studený pracoval naprosto samostatně, což mělo v případě této práce negativní vliv na dosažený výsledek. Student nevyužil nabízené konzultace a to ani v období, které bylo určeno k přepracování a doplnění práce. Zásadnější konzultace se tak uskutečnila pouze v době zadání diplomové práce a pak těsně před odevzdáním původní verze. Přepracovaná verze byla odevzdána v den termínu bez možnosti provádět jakékoliv další úpravy a vylepšení podle pokynů vedoucího. Diplomant navázal na předchozí semestrální projekt. Student je schopen samostatně tvůrčí práce, což i v rámci předcházejícího projektu prokázal. V diplomové práci však tento svůj potenciál pan Studený příliš nezhodnotil.</p>	

Odborná úroveň <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	E - dostatečně
Teoretický úvod do problematiky strojového učení je zpracován na odpovídající úrovni, diplomant čerpá z relevantních zdrojů. Menší prostor je věnován přehledu současného stavu v oblasti aplikace metod strojového učení na kompresi obrazu. Hlavním nedostatkem předložené diplomové práce je i v přepracované verzi experimentální část, která by si zasloužila detailnější zpracování. Student správně zvolil volně dostupný balík softwarových nástrojů pro kompresi obrazu založené na učení a porovnal účinnost těchto metod formou RD (Rate-Distortion) analýzy s konvenčními kodeky JPEG, JPEG 2000, které jsou součástí Matlabu. V přepracované verzi byl navíc zařazen kodek BPG. RD analýza byla provedena s využitím metrik pro měření kvality obrazu s plnou referencí, jmenovitě MS-SSIM, PSNR, které jsou součástí Matlabu. V přepracované verzi byly vhodně doplněny metriky PSNR-HVS-M, FSIM a VIFP. Chybí však detailní zdůvodnění volby těchto metrik a obvyklé integrální srovnání RD křivek. Prezentovaná RD analýza je stručná s malým množstvím testovacích obrazových dat a s omezenou vypovídací hodnotou. Odevzdané implementace nejsou příliš přehledné, chybí podrobnější komentáře.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	C - dobře
Diplomová práce je psána v angličtině, text je zpracován na dobré úrovni a obsahuje jen malé množství překlepů a nevhodných formulací. I po typografické stránce je práce na dobré úrovni, ale obsahuje určité nedostatky ve formátování (např. obrázek na str. 17 a tabulka na str. 30 mimo okraj). V textu práce je použito množství obrázků a ilustrací, téměř všechny jsou však převzaté z jiných zdrojů. Vlastních ilustrací je v textu minimální množství, což je na závěrečnou práci tohoto typu velmi neobvyklé. Přepracovaná verze má rozsah 47 stran (původně 37), z toho teoretická část 25 stran, praktická část 12 stran (původně 4 strany) a zbytek tvoří úvod, závěr, seznamy a přílohy. Rozsah zejména praktické části je i po rozšíření menší než je pro práce tohoto typu obvyklé.	

Výběr zdrojů, korektnost citací <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 zvyklostmi a normami.</i>	B - velmi dobře
Diplomant čerpá v této přepracované verzi z 64 zdrojů (původně 59), kde velkou část tvoří volně dostupné zdroje ve formě různých tutoriálů. Použitá literatura obsahuje také vhodně zvolené kvalitní odborné publikace v časopisech a sbornících konferencí. Převzaté prvky, např. velké množství ilustrací, se jeví jako řádně odlišené od vlastních výsledků.	

Další komentáře a hodnocení <i>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.</i>	
Vzhledem k výše uvedenému hodnocení jednotlivých částí odevzdané diplomové práce má v této přepracované verzi dobrou kvalitu obecný teoretický úvod. Přehled současného stavu v oblasti komprese obrazu založené na strojovém učení není však úplný. Kvalita experimentální část práce je i po doplnění spíše nízká.	

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Výsledné hodnocení závěrečné práce ovlivnily zejména zmíněné nedostatky její experimentální části. Tato přepracovaná verze však vyvolává celkově lepší dojem než verze původní. Z pohledu vedoucího se úroveň diplomové práce pohybuje na hraně přijatelnosti.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Datum: 24.8.2021

Podpis: Ing. Karel Fliegel, Ph.D.