

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Efektivní kódování obrazu založené na učení</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Daniel Šafář</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra radioelektroniky
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Karel Fliegel, Ph.D.
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	FEL ČVUT v Praze, Katedra radioelektroniky

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Problematika využití metod strojového učení pro kompresi obrazu je aktuální téma, které navíc navazuje na současné standardizační aktivity, např. JPEG AI. Ke zpracování přehledu současného stavu musel student použít i nejnovější odborné publikace, zejména články z mezinárodních konferencí a impaktovaných časopisů. Dále bylo nutno nastudovat podklady související s posledními aktivitami v oblasti standardizace kódování obrazu. V praktické části práce se student zaměřil na experimentální analýzu dopadu ztrátové komprese obrazu založené na strojovém učení na výslednou kvalitu obrazu. Tato problematika není dosud v odborné literatuře dostatečně podrobně zpracována a student byl tak odkázán z velké části na vlastní invenci. Student navíc musel zvládnout řadu oblastí, se kterými se v průběhu studia příliš nesetkal. Z uvedených důvodů lze zadání považovat za náročnější.</p>	

<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>	
<p>Předložená diplomová práce splňuje zadání v plném rozsahu a vysoké kvalitě zpracování. Teoretická část nejprve představuje stručný úvod do umělých neuronových sítí a strojového učení. Dále je podán přehled současného stavu v oblasti využití těchto metod pro kompresi obrazu s návazností na aktuální standardizační aktivitu JPEG AI a také na problematiku využití latentní komprimované reprezentace pro účinné metody zpracování obrazu a metody strojového vidění. Součástí teoretické části práce je také přehled dostupných softwarových implementací a platform pro strojové učení. Praktická část se zaměřuje na detailní analýzu účinnosti komprese založené na strojovém učení a její porovnání s konvenčními kompresními metodami pomocí přístupů objektivního hodnocení kvality obrazu.</p>	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>A - výborně</b>
<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 Daniel Šafář pracoval na úvodní analýze zadaného problému již v rámci předcházejícího projektu. Student byl po celou dobu řešení projektu i navazující diplomové práce aktivní, postup řešení průběžně konzultoval, dodržoval dohodnuté termíny a na konzultace byl vždy perfektně připraven. Student prokázal schopnost samostatné tvůrčí práce.</p>	

<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>	
<p>Teoretický úvod a přehled současného stavu je zpracován velmi pečlivě. Vlastní přínos je zejména v experimentální části, kde je analyzována účinnost tří významných publikovaných metod komprese obrazu založených na strojovém učení (Toderici 2017, Ballé 2016 a Lee 2019). Zásadní přínos je v porovnání účinnosti s konvenčními kodeky (JPEG, JPEG 2000, HEVC Intra a JPEG XL). Velmi zajímavé je zahrnutí nejnovějšího kodeku JPEG XL, který je založen na konvenčních přístupech transformačního kódování. Analýza výsledků experimentu je provedena detailně s využitím základních (PSNR, PSNR-HVS-M, MS-SSIM) i pokročilých (VIFP, FSIMc a VMAF) objektivních měřitek. Tato měřítka byla vybrána na základě studia odborné literatury a vykazují dobrou korelaci s výsledky subjektivních testů, nejen pro kompresní artefakty obvyklé v konvenčních</p>	

metodách, ale i pro artefakty typické pro kompresi, která je založena na strojovém učení. Analýza byla provedena pro vhodně zvolený obrazový obsah. Výsledky jsou velmi přehledně graficky prezentovány pomocí rate-distortion (RD) křivek a také pomocí souhrnných integrálních charakteristik. Tyto výsledky jsou velmi cenné a dobře použitelné v navazujících studiích.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**A - výborně**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Text diplomové práce obsahuje jen zanedbatelné množství překlepů a gramatických nedostatků. Pro sazbu textu byl použit profesionální systém a tím je dána i vysoká typografická kvalita výsledného dokumentu. Použitý formální zápis je v odborné komunitě obvyklý a správný. Vlastní obrázky, grafy a schémata jsou zpracována velmi kvalitně.

**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.*

Vzhledem k aktuálnosti problematiky diplomant pracoval zejména s nejnovějšími odbornými články z časopisů, sborníků mezinárodních konferencí a dalších volně dostupných zdrojů. Seznam použité literatury uvádí 81 vhodně zvolených pramenů. Z velké části jsou také použity kvalitní volně dostupné zdroje z oblasti standardizace, referenčních implementací algoritmů nebo obrazových databází. Student použil relevantní zdroje a vhodně omezil jejich počet vzhledem k rozsahu diplomové práce. Podle mého názoru jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny a použité prameny důsledně citovány.

**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.*

Mezi hlavní dosažené výsledky patří pečlivě zpracovaný přehled současného stavu v aktuální oblasti výzkumu, strukturovaný přehled souvisejících softwarových nástrojů a zejména pak experimentální část, která prezentuje zajímavé a v mnoha ohledech dosud nepublikované výsledky. Implementované nástroje a simulace jsou funkční a mohou být dále rozvíjeny.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

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

Podle mého názoru je předložená diplomová práce kvalitní a s rezervou splňuje příslušné požadavky. Student pracoval samostatně a dosáhnul výborných výsledků. Domnívám se, že tato práce bude tvořit solidní základ pro práce navazující.

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

Datum: 8.6.2021

Podpis: Ing. Karel Fliegel, Ph.D.