

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Performance Evaluation of Learning-based Image Compression Techniques (Hodnocení účinnosti kompresních metod obrazu založených na učení)
Jméno autora:	Bc. Jan Ošťádal
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>Metody strojového učení se v posledních letech začínají prosazovat i v oblasti komprese obrazu a videa. To je patrné nejen v odborných publikacích, ale také v aplikační oblasti, zejména standardizačních aktivitách, konkrétně například v rámci vznikajícího standardu JPEG AI. Vzhledem k velmi rozdílnému charakteru kompresních artefaktů proti konvenčním kompresím, jsou zde také zásadní nové přístupy k hodnocení účinnosti těchto metod. Související problematikou se student zabýval v rámci předcházejícího projektu a také v bakalářské práci. Téma pro studenta nebylo nové, ale vzhledem k tomu, že studijní program se této oblasti věnuje spíše okrajově, musel si diplomant doplnit řadu znalostí a dovedností. Student byl tak odkázán zejména na zahraniční odbornou literaturu a vzhledem k relativní novosti tématu, musel také spoléhat na vlastní invenci. Vzhledem k výše uvedenému lze zadání považovat za náročnější.</p>	

Splnění zadání	splněno s menšími 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>Předložená diplomová práce splňuje zadání v odpovídajícím rozsahu a kvalitě zpracování. Cílem zadání bylo podat přehled současných technik komprese obrazu využívajících metod strojového učení a také zaměřit se na související přístupy hodnocení účinnosti těchto kompresních technik. V praktické části měla být účinnost studovaných metod porovnána vzhledem ke konvenčním přístupům a následně analyzovány kompresní artefakty s ohledem na výsledky subjektivních experimentů se skupinou pozorovatelů. Diplomant podal přehled základních kompresních metod založených na strojovém učení, zaměřil se také na standardizační aktivity JPEG AI a základní přístupy hodnocení účinnosti komprese. Po dohodě s vedoucím práce se student zaměřil na hodnocení účinnosti komprese v kontextu následné aplikace algoritmů počítačového vidění na komprimovaná obrazová data, konkrétně pak pro aplikační scénář detekce obličejů. Množství porovnávaných kompresních algoritmů a následných metod počítačového vidění bylo spíše menší. Vzhledem k rostoucímu významu tohoto aplikačního scénáře bylo upuštěno od subjektivních testů se skupinou pozorovatelů a analýza účinnosti byla provedena pouze v kontextu rozpoznávání obličejů a objektivních metrik hodnocení kvality obrazu.</p>	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	C - dobře
<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 Jan Ošťádal se věnoval související problematice v rámci bakalářské práce a předcházejícího projektu. Student pracoval samostatně, ke konzultacím se však hlásil velmi nepravidelně a nebylo tak možno průběžně diskutovat problémy a hledat optimální přístup k řešení. Na konzultace byl student dobře připraven a přehledně prezentoval dosažené výsledky. Vzhledem k menší aktivitě studenta nebylo, ani po odložení termínu odevzdání, plně využito potenciálu zadání. Student však prokázal schopnost samostatné tvůrčí práce.</p>	

Odborná úroveň	D - uspokojivě
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	

Teoretický úvod se věnuje konvenčním metodám pro kompresi obrazu a souvisejícím standardům (např. JPEG, JPEG 2000, JPEG XL, BPG, WebP) a zejména pak metodám založeným na strojovém učení (např. Lee 2019, Toderici 2017, Minnen 2018, Minnen 2020), včetně aktuální standardizační aktivity JPEG AI. Dále jsou zde popsány základní konvenční metody hodnocení kvality obrazu a to subjektivní i objektivní. V souvislosti s aktivitou JPEG AI, která se zaměřuje na současnou kompresi a související metody počítačového vidění aplikované v latentní doméně obrazu komprimovaného přístupy strojového učení, je v úvodu práce diskutován aplikační scénář rozpoznávání obličejů a popsány dva související algoritmy. Teoretická část práce nejde příliš do hloubky a některé důležité přístupy publikované v poslední době jsou opominuty. V úvodu praktické části práce jsou přehledně shrnuty softwarové požadavky a přehled dostupných implementací použitých v navazujících experimentech. Hlavní přínos je v praktické části práce, kde je nejprve analyzována účinnost dvou vybraných kompresních metod založených na strojovém učení v kontextu jednoduché vizuální analýzy kompresních artefaktů a zejména s ohledem na objektivní metriky hodnocení kvality obrazu. Dalším důležitým výstupem je analýza schopnosti objektivních metrik predikovat účinnost následných algoritmů počítačového vidění v aplikačním scénáři detekce obličejů pomocí dvou vybraných algoritmů. Určitým nedostatkem je zde menší množství analyzovaných metod, kde nelze příliš získané výsledky zobecňovat a také fakt, že algoritmy počítačového vidění jsou aplikovány až na rekonstruovaná obrazová data, nikoliv v latentní komprimované doméně.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

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

Text diplomové práce je psán v angličtině a neobsahuje významné množství překlepů a gramatických nedostatků. Pro sazbu textu byl použit profesionální systém a tím je dána dobrá typografická kvalita výsledného dokumentu. Použitý formální zápis je v odborné komunitě obvyklý a správný. Práce obsahuje několik převzatých obrázků a blokových schémat. Vlastní obrázky, grafy a schémata jsou zpracována přehledně. Celkový rozsah práce je dostatečný, experimentální část je zpracována spíše v menším rozsahu.

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

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.

Problematika aplikace metod strojového učení pro kompresi obrazu a jejich kombinace s přístupy počítačového vidění je poměrně nová. Diplomant tak pracoval s odbornými články publikovanými v časopisech a na konferencích v celkovém počtu přes 50 citací. Student vhodně použil relevantní zdroje, převzaté prvky jsou řádně odlišeny a použité prameny 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.

Hlavní přínos předložené diplomové práce je v její experimentální části, kde je analyzována účinnost komprese založené na strojovém učení a konvenčních metod v kontextu následného rozpoznávání obličejů. Implementované nástroje a simulace mohou být dále rozvíjeny.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Podle mého názoru splňuje předložená diplomová práce příslušné požadavky. Student pracoval samostatně a až na menší výhrady splnil zadání. Domnívám se, že tato práce může tvořit základ pro práce navazující.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 30.1.2023

Podpis: Ing. Karel Fliegel, Ph.D.