

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Lightweight Parameter-efficient Neural Network for Action Recognition on Edge Device (Rozpoznání akce pomocí neuronové sítě optimalizované pro běh na edge zařízení)
Jméno autora:	Bc. Tomáš Zámotný
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra telekomunikační techniky
Oponent práce:	Ing. Karel Fliegel, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	FEL ČVUT v Praze, Katedra radioelektroniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání této diplomové práce se soustředí na velmi aktuální problém rozpoznávání akcí (action recognition) ve videu pomocí metod strojového učení s možností nasazení na okrajová/edge zařízení (edge device). Měl být podán přehled současného stavu v této oblasti, následně navržena umělá neuronová síť (neural network) pro možné natrénování na omezené množině trénovacích dat pro zpracování v reálném čase. Řešení mělo být implementováno na edge zařízení typu NVIDIA Jetson Nano a mělo být nalezeno kompromisní uspořádání mezi účinností a latencí zpracování v reálném čase. V literatuře je popsáno mnoho efektivních přístupů se zpracováním na straně výkonného serveru. Avšak výpočetně nenáročná řešení pro edge zařízení s omezeným výkonem jsou již méně diskutována. Student tak musel vycházet z dostupné odborné literatury, popisu různých nástrojů a knihoven. Zadání lze považovat za náročnější také s ohledem na to, že student musel nastudovat metody, které v příslušném studijním programu nepatří mezi obvyklou náplň předmětů.</p>	

Splnění zadání	splněno
<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>S ohledem na výše shrnuté požadavky zadání lze konstatovat, že toto bylo splněno v plném rozsahu. Student zpracoval současný stav v dané oblasti, navrhl model na základě architektury MobileViT s vložením adaptérů ST-Adapters, který svou omezenou velikostí umožňuje nasazení na edge zařízeních. Prezentované výsledky ověření účinnosti modelu ukazují na to, že se i z aplikačního pohledu podařilo zadání splnit.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Diplomant zvolil správný postup řešení zadaného problému. Na základě studia literatury byla vybrána vhodná architektura pro úkol rozpoznávání akcí, konkrétně MobileViT. Zásadní zde byl požadavek na snížení výpočetních nároků, ke kterému student přistoupil s využitím předtrénovaných vah na databázi ImageNet-1k a vložením adaptérů ST-Adapters. Navržené řešení tak dosahuje slibné účinnosti srovnatelné s konkurenčními aktuálními přístupy při minimálních nárocích na trénování. Tento přístup pak umožnil nasazení systému na edge zařízení NVIDIA Jetson Nano se zpracováním v reálném čase a s velmi zajímavými výsledky.</p>	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Odbornou úroveň práce lze považovat za velmi dobrou. Diplomant zde velkou měrou používá znalosti získané předchozím studiem a zejména pak z odborné literatury. Vhodně jsou zvoleny metody a nástroje, také ověření účinnosti lze považovat za kvalitně zpracované. Za určitou nevýhodu lze považovat fakt, že u předložené práce nelze dohledat elektronickou přílohu a ani v KOS nejsou k dispozici žádná doprovodná data. Jen velmi obtížně by tak bylo možno replikovat získané výsledky a také by bylo obtížnější na tuto práci navázat. Tento stav je však pochopitelný vzhledem k velkému objemu dat.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

Práce je sepsána v angličtině s ohledem na formální a jazykovou úroveň ve standardní kvalitě zpracování. Vzhledem k tomu, že bylo pro přípravu textu použito profesionální editační prostředí, je z tohoto ohledu zpracování na odpovídající úrovni. Po formální stránce lze do jisté míry vytknout, že v textu práce chybí abstrakt a klíčová slova v češtině. Tyto údaje jsou však k dispozici v systému KOS. Autor práce často přechází mezi různými formami popisu, např. přechází mezi první a třetí osobou, což může působit rušivě. V sekci, kde je uveden seznam zkratk by bylo vhodnější volit abecední pořadí, pro lepší přehlednost. Dále se v práci vyskytují méně vhodné nebo nepřesné formulace a překlepy, např. „... thought the optic fiber cable ...“, „...Turin machine ...“, „... machine learning is show as part of subset ...“, „Edge device also provide just ...“, „The paper presents a novel deep learning architecture called Transformer ...“, „Some appendix“ nebo občasné použití písmene „x“ místo příslušného znaku pro násobení. Textu práce by prospěla detailnější kontrola při finalizaci. Za poněkud nadbytečné lze považovat informace o způsobu vyhledávání zdrojů (odstavec 3.2 Search Methodology, str. 23). Také některé standardní metody jsou popsány zbytečně podrobně, např. Perceptron a MLP (Multi Layer Perceptron) a méně prostoru je věnováno nejnovějším metodám pro rozpoznávání akcí.

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.

Pro zpracování teoretické části a přehledu současného stavu byla použita vhodně zvolená odborná literatura, zejména pak relevantní články v časopisech a sbornících konferencí, nebo volně dostupné datové sady. Převzaté prvky jsou zřejmě řádně odlišeny a použité prameny jsou 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.

Hlavním výsledkem práce je systém pro rozpoznávání akcí na zařízení NVIDIA Jetson Nano a ověření jeho účinnosti.

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.

Pan Tomáš Zámotný v rámci své diplomové práce navrhnul funkční řešení důležité praktické úlohy. Určité nedostatky identifikované v tomto posudku nesnižují velmi dobrý dojem z odevzdané práce. Zadáání bylo splněno s velmi dobrou kvalitou zpracování. K diskuzi u obhajoby lze zmínit následující návrhy otázek:

- (1) K odevzdané práci nebylo možno dohledat elektronické přílohy ve formě implementací a realizovaných modelů. Proč nejsou tyto přílohy k dispozici, jak náročné by bylo dosažené výsledky replikovat a bylo by to vůbec možné? Jaké objemy dat by bylo nutno přiložit pro kompletní možnost realizace metody?
- (2) Z textu není úplně zřejmé, jak byla určena přesnost rozpoznávání (70 %) v případě vstupu z kamery. Jaké bylo v případě vstupu z kamery množství testovacích scén a jak byla získána referenční anotace?
- (3) V textu práce je uvedeno (kapitola 2.4 Machine Learning, str. 9), že „Největší průlom nastal ve strojovém učení v roce 2006. Výzkumníci objevili algoritmus backpropagation ...“ Opravdu je tomu tak, nebyl tento algoritmus objeven již dříve?

V případě kvalitní obhajoby, pozitivního posudku vedoucího a erudovaného zodpovězení dotazů zejména (1) a (2), není oponent proti udělení lepší známky (A - výborně), než je uvedena v návrhu níže.

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

Datum: 17.6.2024

Podpis: Ing. Karel Fliegel, Ph.D.