



OSTRAVSKÁ UNIVERZITA  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

## POSUDEK K DIZERTAČNÍ PRÁCI

Uchazeč: Ing. Dominik Štursa  
Studijní program: P2612 – Elektrotechnika a informatika  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Univerzita Pardubice

Téma práce: Aplikace hlubokých neuronových sítí při zpracování obrazu

Oponent: doc. RNDr. Martin Kotyrba, Ph.D.  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra informatiky a počítačů  
Ostravská univerzita

Předložená dizertační práce Ing. Dominika Štursy se zabývá problematikou aplikace hlubokých neuronových sítí v oblasti zpracování statických dvourozměrných obrazových dat. Cílem je zkoumat extrakci a klasifikaci klíčových vlastností obrazů a aplikovat tyto poznatky pro rozpoznávání, klasifikaci, lokalizaci a detekci objektů v obrazových datech. Téma práce je vysoce aktuální a zcela jistě aplikačně uplatnitelné v praxi. Celá práce je dělena na 4 hlavní kapitoly mimo cílů, úvodu a závěru a včetně příloh pojmám 133 stran.

### Splnění cílů, zhodnocení

Práce je zaměřena na aplikaci hlubokých neuronových sítí v oblasti zpracování obrazových dat. Hlavním cílem disertační práce bylo vyvinout a aplikovat metodu hlubokých neuronových sítí pro specifické aplikace zpracování obrazu, se zaměřením na detekci, lokalizaci a klasifikaci osob a objektů v obrazových datech. Tento cíl je velmi dobře definovaný a relevantní, protože oblast zpracování obrazových dat pomocí hlubokých neuronových sítí představuje moderní a aktuální výzvu s širokým uplatněním v praxi. Mezi dílčí cíle patřilo získání a předzpracování obrazových dat, návrh modelu, jeho implementace a testování. V rámci toho bylo nutné také vyvinout metriky pro hodnocení účinnosti navržených metod a porovnat je s klasickými i moderními přístupy, což zajišťuje komplexnost a vědeckou relevanci práce. Dalším přínosem práce je jasné vymezení problému na statická obrazová data s definovanými parametry, což umožnilo přesné ladění algoritmů. Postupné rozšiřování z jednoho druhu objektu (detekce osob) na více tříd výrazně zvyšuje užitečnost a praktičnost navrženého řešení. Celkově lze cíle práce hodnotit jako dobře formulované, výzkumně aktuální a vědecky přínosné, s jasným postupem od jednodušších úkolů ke složitějším problémům zpracování obrazu. Cíle práce byly dosaženy a jsou dizertabilní, což potvrzuje i jejich publikace v odborných člancích.

### Postup řešení, konkrétní přínos

Konkrétní přínosy této práce zahrnují úspěšné využití hlubokých neuronových sítí, konkrétně architektury U-Net, pro detekci objektů v obrazech. Díky použití této architektury se podařilo dosáhnout zlepšení přesnosti detekce, zejména díky transformaci dat do pravděpodobnostní mapy výskytu objektů, což představuje přesnější přístup oproti standardním metodám, které využívají ohraničující obdélníky. Tento výsledek zdůrazňuje důležitost segmentace objektů pomocí pravděpodobnostních map a otevírá nové možnosti pro další výzkum v oblasti detekce objektů v obrazech. Práce také přispívá využitím standardních metrik, jako je IOU (Intersection Over Union), k hodnocení účinnosti metody. Všechny zmíněné postupy otevírají nové možnosti pro další výzkum v oblasti detekce objektů v obrazech.

### Publikační aktivita

Publikační aktivita dizertanta je na velmi vysoké úrovni. Byl spoluautorem několika článků s IF a dále více než 10 článků indexovaných ve sbornících konferencí evidovaných na WoS nebo Scopus. Přesah vědecké činnosti a aktivit studenta dokládá i publikační přesah v jiných tématech mimo disertační práci.





### Na dizertanta mám následující otázky:

1. Proč byla zvolena architektura U-Net a její redukovaná verze pro detekci osob, a jaké byly hlavní přínosy tohoto rozhodnutí z hlediska přesnosti a výpočetní efektivity?
2. Jak by navržené metody detekce a lokalizace osob pomocí centroidů mohly být implementovány v průmyslových nebo bezpečnostních systémech v reálném čase?
3. V jakém směru vidíte největší potenciál pro další rozvoj a aplikaci vašeho přístupu, zejména pokud jde o rozšíření na více tříd objektů a komplexnější obrazové scény?

### Poznámka

Doktorandovi jsem doporučoval, aby zmínil rozsah své práce, zejména vzhledem k naddimenzovanému plánu uvedenému v kapitole 7 jeho tezí. Jsem velmi rád, že svou disertační práci nakonec dokončil, protože je velmi kvalitní a jeho vědecké výsledky považuji za mimořádně přínosné. Jeho práci sleduji již dlouho a vidím, že jeho znalostní rozsah a schopnost efektivně pracovat s technikami hlubokého učení a analýzy obrazových dat výrazně přispěly k úspěchu nejen jeho studia, ale i věřím, že jeho další vědecké kariéry na UPCE.

Přesto mám několik negativních poznámek formálního charakteru, jako jsou ne vždy kvalitní obrázky a nevhodně zvolena struktura práce, kde se hůře orientuje vzhledem k přínosům. I celkové zhodnocení v rámci všech publikací a samotného přínosu autora by si zasloužilo větší pozornost.

### Závěrečné doporučení

Disertační práce Ing. Dominika Štursy je velmi kvalitní a věnuje se moderním metodám hlubokého učení v oblasti zpracování obrazových dat a přináší velmi cenné a inovativní poznatky. Výzkum je pečlivě strukturovaný, přičemž důraz je kladen na efektivitu, přesnost a praktickou aplikovatelnost navržených metod. Zejména přínos ve formě implementace redukované architektury U-Net pro reálné aplikace a použití centroidů pro přesnější detekci osob představuje významný krok vpřed v této oblasti. Výsledky práce mají potenciál k širokému využití v průmyslu, bezpečnostních systémech a dalších oblastech vyžadujících real-time zpracování obrazových dat.

I přes výše uvedené drobné připomínky dizertační práce Ing. Dominika Štursy přináší velmi zajímavé poznatky a řekl bych, že převyšuje kritéria kladená na dizertační práci dle běžných stanov. Proto ji samozřejmě doporučuji k obhajobě a doporučuji v případě úspěšné obhajoby udělit akademický titul Ph.D.

V Ostravě dne 2.10.2024

doc. RNDr. Martin Kotyrba, Ph.D.



