

## **Oponentský posudek doktorské práce**

### **Název :**

**Optimalizace systémů pro rozpoznávání ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence**

### **Autor doktorské práce:**

**Ing. Jan Pálka**

### **Školitel:**

**doc. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.**

### **Oponent práce:**

**Doc. RNDr. PaedDr. Hashim Habiballa, Ph.D., PhD.**

### **Téma práce a splnění cíle**

Předložená práce spadá do oblasti umělé inteligence konkrétně rozpoznávání vzorů v obrazu. Nejdůležitějším hlavním cílem této disertační práce je výzkum optimalizace těchto OCR systémů s přihlédnutím ke specifickým českého jazyka. Tyto cíle by bylo vhodné jasně strukturovaně uvést například v samostatné podkapitole, i když je samozřejmě možné je vyhledat v samotném textu, ovšem v nestrukturované podobě. Práce je rozdělena na dvě hlavní části – teoretickou a praktickou. Teoretická část se zabývá oblastí neuronových sítí a dalších metod používaných pro řešení rozpoznávání ručně psaného textu se zvláštním důrazem na neuronové sítě typu Neocognitron. Dále je také popsána důležitá součást systémů pro rozpoznávání ručně psaného textu, kterými jsou algoritmy preprocessingu obrazové informace. Zde autor poměrně výstižně shrnuje netriviální metody jako je Houghova transformace či detekce hran různými stávajícími metodami. Autor také výstižně popsal specifické problémy při rozpoznávání ručně psaných textů navíc v kombinaci s českou diakritikou.

Praktická část je dělena do kapitol podle cílů. Za velmi užitečnou kapitolu považuji výběr neuronové sítě vhodné pro úlohu rozpoznávání ručně psaného textu v češtině. Jádrem této části práce je pak návrh a implementace systémů pro rozpoznávání a rovněž provedené experimenty na mnoha získaných obrazech textů. Samotné experimenty jsou pečlivě popsány a zpracovány. V závěru praktické části jsou vyjmenovány nástroje a další prostředky, využitě v rámci experimentů. Za pozitivní považuji rovněž prokládání podstatných a komentovaných částí zdrojových souborů aplikace. Cíle byly naplněny včetně praktických výstupů v podobě experimentálního systému pro rozpoznávání, který může být využit v praxi.

## **Přínos v oblasti poznání**

Autorova práce je užitečná ze dvou hledisek. Jednak přináší průzkum specifických problémů při rozpoznávání českých textů. Vedlejšími produkty jsou pak originální databáze vzorů rozšířené na český jazyk. Jde nejen o samotné rozpoznávání, ale také o algoritmus předzpracování obrazové informace, kde přináší vylepšení úspěšnosti samotného procesu rozpoznávání pomocí automatické detekce diakritických symbolů, což umožňuje využívat různé typy neuronové sítě vhodné pro konkrétní případ.

## **Přínos ve společenské praxi**

Autorův cíl je velmi důležitý pro praxi. S dnešním rozvojem digitalizace je efektivní automatizace rozpoznávání ručně psaného písma vyžadovanou vlastností mnoha mobilních zařízení – PDA, smartphony, tablety apod. Proto lze výsledky považovat za přínosné i pro širší společenskou praxi.

## **Formální úprava, publikace**

Po formální stránce je práce zpracována kvalitně, jediná připomínka se týká používání kapitol třetího řádu – text je v nich nevyrovnaný. Někde se jedná o velice krátké texty, které bylo možno řadit v rámci kapitoly druhé úrovně. Pozitivně hodnotím rovněž množství výstižných ilustrací, které umožňují lepší pochopení algoritmů i teoretických principů.

## **Dotazy a připomínky**

Pokuste se odhadnout časovou složitost vašich metod implementovaných v systému ICR. Srovnajte je, prosím, se stávajícími metodami. Zvažoval jste pro tuto specifickou úlohu rozpoznávání také nějaké jiné přístupy (založené na jiném principu než konekcionismu v UI)?

## **Závěr**

I přes některé drobné výhrady vyjmenované výše, je celkový výsledek v podobě disertační práce zcela jasně disertabilní a rozšiřuje poznání v oblasti umělé inteligence.

Celkově je práce kvalitní, přináší nové poznatky a doporučuji ji k obhajobě a po ní také

**doporučuji udělit akademický titul „doktor“ Ph.D.**

V Ostravě, dne 18.11.2013



Doc. RNDr. PaedDr. Hashim Habiballa, PhD., Ph.D.  
katedra informatiky a počítačů PřF Ostravská Univerzita  
vědecký pracovník Centra Excelence IT4Innovations  
Ústav pro výzkum a aplikace fuzzy modelování OU



# VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta  
elektrotechniky a  
informatiky

## Posudek doktorské práce

**Autor:** Ing. Jan Pálka, UTB Zlín

**Název práce:** Optimalizace systémů pro rozpoznávání ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence

**V Ostravě 15.11.2013**

### Aktuálnost tématu, obsah a struktura práce

V práci je diskutována problematika metod optimalizace systémů pro rozpoznávání ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence. Práce má formát samostatného díla, ne tedy ze samostatných publikovaných prací a doprovodných kapitol. Práce je alespoň pro mne napsána relativně přehledně, na druhou stranu navržené postupy a metodiky jsou podloženy nejen uspokojivou publikační činností, ale i zřetelně dobrými zkušenostmi dokotranda.

Z hlediska aktuálnosti lze konstatovat, že práce představuje, alespoň podle mne, zajímavou kolekci metod optimalizace systémů pro rozpoznávání ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence. Dle mého názoru je téma vysoce aktuální a odráží potřebu nových netradičních informatických metod pro optimalizace systémů pro rozpoznávání ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence. Práci lze v tomto směru považovat za úspěšný krok.

### Úroveň zpracování

Na úroveň zpracování lze pohlížet ze dvou směrů a to z hlediska grafického a formálního zpracování. V obou ohledech nelze vytknout nic podstatného, tedy nenašl jsem žádné nedostatky, které zbytečně snižují kvalitu práce. Z grafického hlediska lze konstatovat kvalitní obrázky. Po formální stránce je práce na slušné úrovni. Kvalita je tedy akceptovatelná a splňuje všechny požadavky kladené na vědeckou práci.

### Zvolené metody zpracování

V práci byly použity techniky optimalizace systémů pro rozpoznávání ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence. Všechny tyto metody mají výstupy rigorózně publikovány na konferencích, vědeckých časopisech což plně opravňuje jejich použití v práci.

Z těchto důvodů lze považovat použití zvolených metod za plně oprávněné a pro účely a cíle práce dostačující.

---

#### Kontaktní údaje:

Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB-TU Ostrava  
17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba  
tel.: +420 596 919 353, fax: +420 596 919 597, e-mail: ivan.zelinka@vsb.cz

## **Výsledky práce a nové poznatky, které přináší**

Vzhledem k faktu, že celá práce byla postavena jako souhrn aplikačních implementací, lze konstatovat pozitivní přínos práce jako takové. Nicméně z pohledu teoretického přístupu si nejsem jistý co nového v teorii tato práce přináší.

## **Připomínky a dotazy**

V práci jsem se zaměřil na fakta a technickou stránku věci. V tomto směru mám následující připomínky a dotazy:

1. V práci jsem nedokázal jednoznačně rozlišit, co je z programového vybavení práce doktoranda a co je použitý program ze "třetí strany". Prosím osvětlete. Kolik a jaké programátorské práce jste udělal.
2. Co je teoretickým přínosem Vaší práce? Jak a v čem obohacuje Vaše práce současný stav?
3. Ve vaší práci se zabýváte použitím OCR pro českou diakritiku. Z vašeho rozboru současného stavu si nejsem jistý, zda toto již není řešeno jinými programovými prostředky.

## **Závěr posudku**

Doktorand Ing. Jan Pálka publikoval problematiku, související s doktorskou prací, spolu se svými kolegy v celé řadě více či méně významných publikací, plně dostačujících k podpoře výsledků a tvrzení obsažených v této práci.

Doktorand rovněž splňuje dle přiložených materiálů i další kritéria jako jsou pedagogické aktivity, apod. Ve své doktorské práci prokázal Ing. Jan Pálka schopnost samostatné tvořivé vědecké práce. Předložená doktorská práce splňuje všechna potřebná ustanovení pro udělení titulu „doktor“ dle zákona o vysokých školách a tudíž ji doporučuji k obhajobě.



**prof. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.**

### **Kontaktní údaje:**

Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB-TU Ostrava  
17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba  
tel.: +420 596 919 353, fax: +420 596 919 597, e-mail: ivan.zelinka@vsb.cz

# Oponentský posudek disertační práce

**Název práce:** Optimalizace systémů pro rozpoznávání ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence.

**Doktorand:** Ing. Jan Pálka

**Školitel:** doc. Mgr. Roman Jašek, PhD.

## Aktuálnost tématu disertační práce

Téma disertační práce je aktuální. Obsahuje problematiku strojového zpracování ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence. Práce je zaměřena na český text obsahující diakritiku, jehož rozpoznávání je tak ztíženo a ne ještě uspokojivě vyřešeno. Z tohoto důvodu je uvedená problematika aktuální.

## Splnění cílů disertační práce

V předložené doktorské práci je řešena problematika strojového zpracování ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence. Práce je členěna do sedmnácti kapitol a příslušných podkapitol. Práce řeší několik dílčích cílů. Bylo provedeno shrnutí aktuálního stavu, nalezení vhodné neuronové sítě, navržení optimalizovaného systému pro ručně psaný text s českou diakritikou, nastavení potřebných parametrů, vytvoření kvalitní databáze pro ověřování testovacích vzorků a byla provedena implementace do výsledného systému. Lze konstatovat, že cíle, definované cíli dílčími, bylo dosaženo.

## Stanovisko k postupu řešení, k výsledkům a přínosům disertační práce

V disertační práci je po uvedení problematiky provedena analýza současného stavu řešené problematiky. Jsou uvedeny současné metody rozpoznávání textu, jako jsou Markovovy modely, klasifikace dle minimální vzdálenosti, vícevrstvá neuronová síť perceptron a Kohonenova neuronová síť. Důraz je kladen na vícevrstvou neuronovou síť Neocognitron. Práce se dále zabývá detekcí hran. Stěžejní je nalezení vhodné neuronové sítě a optimalizace parametrů řešící vyhledávání znaků a písmen s českou diakritikou. Je uvedeno ověření systému na testovacích vzorcích tvořených formuláři. Důraz je kladen na digitalizaci formulářů pro strojové čtení. Jsou uvedeny prostředky využité pro vývoj a experimenty. Důležitou součástí disertační práce je vytvoření kvalitní databáze vzorů českého písma. Kapitoly v práci na sebe logicky navazují a řeší vytýčenou problematiku, uvedené výsledky jsou správně interpretovány a je patrný přínos k řešené problematice strojového čtení českého jazyka s diakritikou.

## Přínosy práce pro vědu a praxi

Přínosy práce jsou v práci definované v oblasti vědy a praxe. Přínosem pro vědu je uvedení nových poznatků, které vedou ke zlepšení systémů pro rozpoznávání psaného textu češtiny s diakritikou. Využití v praxi je široké, zkvalitněním rozpoznávání ručně psaného českého písma dojde k rozšíření jeho použití v bankovníctví, podnikatelství i veřejné zprávě. Důležité je i využití ve validaci typovaných dat.

### Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Disertační práce je formálně zpracována na dobré úrovni, včetně jazykové stránky.

### Otázky k obhajobě

Jakou máte finanční a časovou představu o komerčním nasazení OCR v ČR v případě českého textu s diakritikou?

### Závěrečné stanovisko

Práce je napsaná na velmi dobré odborné a vědecké úrovni. Doktorand v práci prokazuje zvládnutí vědecké formy práce a schopnost samostatně tvořivě vědecky pracovat.

Na základě výše uvedeného hodnocení a skutečnosti, že předložená disertační práce „Optimalizace systémů pro rozpoznávání ručně psaného textu pomocí metod umělé inteligence“ přináší nové poznatky pro rozvoj vědního oboru a praxi

**doporučuji**



Janu

disertační práci k obhajobě a po úspěšném obhájení udělit Ing. ~~Josefu~~ Pálkovi titul Ph.D.



V Brně 15. 11. 2013

prof. Ing. Petr Dostál, CSc.  
VUT v Brně