

**Oponent:** doc. Ing. William Steingartner, PhD.

**Pracovisko:** Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky

**Tel.:** 055/602 4148

**Email:** william.steingartner@tuke.sk

---

## OPONENTSKÝ POSUDOK NA HABILITAČNÚ PRÁCU

**Uchádzač:** Ing. Radoslav Forgáč, PhD.

**Pracovisko:** Akadémia ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika, Katedra informatiky

**Názov habilitačnej práce:** Selected methods of artificial intelligence and setganography for image authentication

**Odbor HK a IK:** Vojenské spojovacie a informačné systémy

<b>HODNOTENIE</b>
-------------------

### A) Aktuálnosť témy habilitačnej práce

Predložená habilitačná práca Ing. Radoslava Forgáča, PhD. prezentuje výsledky výskumu v oblasti umelej inteligencie a steganografie so zameraním na autentifikáciu obrazov. Konštatujem, že zvolená téma patrí do zvoleného vedného odboru a je vysoko aktuálna a užitočná. Dosiahnuté výsledky možno ďalej úspešne aplikovať v uvedenej oblasti (s ďalším prienikom do kryptografie, umelej inteligencie, bezpečnosti a aplikovanej informatiky), čím sa významne prispieje k rozvoju v danej problematike a dosiahnutiu ďalších výsledkov.

Hlavnou časťou práce sú publikované práce autora v spoluautorstve. V prvom príspevku je skúmané použitie pulzne viazanej neurónovej siete (PCNN) na steganografiu obrazu, pričom sa využíva PCNN na zavedenie skrytých údajov ako obrazového šumu. Druhý príspevok predstavuje šifrovanie založené na konvolučných neurónových sieťach, porovnáva ho s AES, poukazuje na potenciálne kryptografické využitie, ale poukazuje tiež na opatrnosť z dôvodu nedostatku kryptoanalýzy, pričom zdôrazňuje potrebu ďalšej analýzy optimalizácie štruktúry CNN a aplikácií v reálnom svete. V treťom príspevku sa skúma vplyv parametrov optimalizovaného modelu pulzne viazanej neurónovej siete (OM-PCNN) na steganografiu priestorového obrazu, pričom sa zdôrazňuje hlavne odolnosť voči šumu obrazu. Štvrtý príspevok porovnáva hodnotenie kvality obrazu stego obrazov pomocou entropie, pričom hodnotí dve metódy vkladania: matice polohy generované OM-PCNN a náhodné pozície. V piatom príspevku autor predstavuje model autentifikácie obrazu využívajúci steganografiu, neurónové siete, symetrické šifrovanie a kryptografické hašovacie funkcie. Medzi kľúčové funkcie tu patrí optimalizovaný pulzne spojený model neurónovej siete (OM-PCNN) na vkladanie autentifikačných údajov do obrázkov, šifrovanie AES-256 na zabezpečenie a hašovacia funkcia SHA-2 na overenie integrity. Poslednou z hlavných kapitol je časopisecký článok, ktorý predstavuje model pre autentifikáciu veľkých obrázkov pomocou optimalizovanej neurónovej siete PCNN (Pulse Coupled Neural Network) na vloženie autentifikačných údajov pri minimalizácii zmien entropie. Zabezpečenie zahŕňa inicializáciu váh neurónovej siete pomocou steganografického kľúča, šifrovanie AES-256 a hašovaciu funkciu SHA-256. Jeho kľúčovými príspevkami sú integrácia autentifikačných údajov do stego obrázkov a overovanie veľkých obrázkov.

Predložené publikácie sú indexované v databázach IEEE, Scopus a Web of Science, posledná uvedená aj v Current Contents. Pri jednotlivých publikáciách je uvedený relevantný autorský podiel. Publikačná činnosť autora je rozsiahla a je dokladovaná výpisom z registra publikačnej činnosti AOS a SAV. V medzinárodných citačných databázach má

autor indexované viaceré publikácie (Scopus 25, WoS 15), na viaceré publikácie získal autor tiež významné citácie zahraničných autorov, čo potvrdzuje aktuálnosť výskumu autora.

## **B) Splnenie cieľa habilitačnej práce**

Autor habilitačnej práce prezentoval súborné dielo pôvodných vedeckých článkov, ktorých bol spoluautorom. Po obsahovej stránke vytvárajú tieto články kompaktné dielo, z ktorého je zrejmá vedecká orientácia autora. Sumarizáciou výsledkov poskytol autor jasný pohľad na dosiahnuté výsledky, čím splnil hlavný cieľ habilitačnej práce.

## **C) Metódy spracovania habilitačnej práce**

Práca je koncipovaná ako súborné dielo šiestich významných publikácií (päť konferenčných príspevkov publikovaných na domácich konferenciách, jeden článok v domácom vedeckom periodiku indexovanom v CCC). Z pohľadu štruktúry tvorí prácu predhovor, šesť článkov v podobe separátnych kapitol a záver. Prácu dopĺňa zhrnutie, v ktorom autor v krátkosti predstavuje hlavné myšlienky, postupy a dosiahnuté výsledky jednotlivých článkov, ktoré tvoria predložené súborné dielo.

Rozsah práce je 125 strán, písaná je v anglickom jazyku okrem zhrnutia, ktoré je napísané v slovenskom jazyku. Má štandardnú logickú štruktúru a čitateľa postupne vedie jednotlivými prácami autora, čím sa vytvára komplexný profil výskumu v tejto oblasti. Veľmi cenné je zhrnutie na konci práce v slovenskom jazyku, ktoré v ucelenej forme zhŕňa obsah jednotlivých článkov začlenených do súborného diela.

## **D) Úroveň dosiahnutých výsledkov habilitačnej práce a nové poznatky**

Dosiahnuté výsledky habilitačnej práce sú členené v jednotlivých kapitolách (článkoch). Je cenné, že autor v zhrnutí práce podáva k jednotlivým výsledkom vlastné stanovisko (v zmysle čo sa podarilo dosiahnuť a kde sú prípadné obmedzenia). Aj s ohľadom štruktúru (stavbu) práce sú jednotlivé výsledky prezentované zrozumiteľným spôsobom bez ujmy na profesionalite. Prezentované sú tak existujúce i nové autorove výsledky výskumu. Samotné zhrnutie na konci práce vystihuje žiadanú podstatu jednotlivých príspevkov a svedčí o dobrých pedagogických schopnostiach uchádzača.

Autor dosiahol zaujímavé vedecké výsledky tiež participáciou na riešení viacerých vedeckých projektov v role riešiteľa, resp. zodpovedného riešiteľa (v jednom prípade). Konštatujem, že kritéria pre habilitačné konanie na základe predložených materiálov boli splnené.

## **E) Prínos pre ďalší rozvoj vedy a techniky**

Zvolená téma je vysoko aktuálna. Výskum a vývoj v danej oblasti môžu nepochybne prispieť k zdokonaleniu metód steganografie s využitím metód umelej inteligencie ako aj k samotného rozvoju metód používaných v umelej inteligencii. Vysoký potenciál má aj príspevok v oblasti kryptografie a bezpečnosti. Predstavené ciele ďalšieho výskumu na základe dosiahnutých výsledkov vyplývajú z doterajšej práce autora a vyjadrujú jasné pokračovanie vo výskume.

## **F) Pripomienky a poznámky k habilitačnej práci**

Vzhľadom na zvolenú tému a dosiahnuté výsledky by bolo zaujímavé prezentovať ich tiež v monografickej podobe práce (namiesto súborného diela).

V časti zhrnutie je častý výskyt typografických aj gramatických chýb (chýbajúce čiarky alebo bodky pri formátovaní matematických formúl v texte).

Pravidlo (1) na str. 118, rovnako aj v článku na str. 67, sa zdá byť neúplné: nie je zrejmé, kedy sa aplikujú jednotlivé vetvy funkcie.

Zvolené články a príspevky, ktoré tvoria súborné dielo, boli publikované v domácich periodikách resp. na domácich konferenciách, absentujú publikácie vydané v zahraničí.

### G) Otázky uchádzačovi k riešenej problematike

1. Vysvetlite pravidlo (1) zo str. 118 (v článku str. 67) v kontexte pripomienky – ako sú uplatňované jednotlivé vetvy funkcie, prípadne doplňte funkciu o charakteristické funkcie vetiev.
2. Uvedte, aké sú ohraničenia súčasnej umelej inteligencie v kontexte Vášho výskumu.
3. V súlade s tvrdením na str. 119-120 uvedte, aké sú podmienky, resp. kedy je už vhodné (príp. nutné) využiť paralelné výpočtové prostriedky a aký rozdiel môže byť zaznamenaný ich nasadením.

### CELKOVÉ ZHODNOTENIE HABILITAČNEJ PRÁCE A ZÁVER

Habilitačná práca **zodpovedá** požiadavkám kladeným na habilitačné práce a **spĺňa** podmienky kladené na úroveň habilitačnej práce.

Na základe uvedeného hodnotenia

**odporúčam**

habilitačnú prácu k obhajobe a aby bol po úspešnej obhajobe uchádzačovi **Ing. Radoslavovi Forgáčovi, PhD.** udelený vedecko-akademický titul „docent“ v odbore Vojenské spojovacie a informačné systémy.

V Košiciach, dňa: 12.02.2024

.....  
doc. Ing. William Steingartner, PhD.