

Posudok oponenta habilitačnej práce

Autor práce: Ing. Jaroslav Frnda, PhD.

Názov práce: *Hodnotenie obrazovej kvality streamovaného videa: Prechod od subjektívnych hodnotení k strojovému učeniu*

Odbor habilitačného a inauguračného konania: Aplikovaná informatika

Školiace pracovisko: Fakulta riadenia a informatiky, UNIZA

Habilitačná práca Ing. Jaroslava Frnda, PhD s názvom „*Hodnotenie obrazovej kvality streamovaného videa: Prechod od subjektívnych hodnotení k strojovému učeniu*“ sa zaoberá aktuálnou problematikou kódovania a hodnotenia kvality videa pri streamovaní, pričom práca adresuje viaceré súvisiace témy.

Aktuálnosť problematiky

Spomínanú oblasť výskumu pokladám za vysoko aktuálnu vzhľadom k vysokému počtu vedeckých publikácií na túto tému ako aj vzhľadom k celospoločenskému rozsahu používania streamovacích technológií. Taktiež je téma aktuálna z praktického významu pre poskytovateľov vysielania televízneho signálu a streamovacích služieb a v neposlednej rade je tento výskum dôležitý pri tvorbe nových kodekov, noriem video prenosu a pod.

Vedecký prínos práce

Autor sa v úvodných kapitolách práce podrobne venuje základným princípom kódovania videesignálu pričom postihuje nielen ich technickú podstatu, ale aj chronologickú osu vývoja a ďalšie súvislosti medzi jednotlivými normami MPEG, HVEC a ďalšími. Je tu zrejmä odborná rozhladenosť autora v danej problematike.

Ďalej Ing. Jaroslav Frnda, PhD analyzuje najčastejšie používané metriky pre subjektívne aj objektívne vyhodnocovanie kvality alebo degradácie obrazu a to koncept hodnotenia kvality vnímania, čiže subjektívne testovanie a hodnotenie užívateľského zážitku a koncept s názvom kvalita služby. Aj tieto kapitoly demonštrujú odbornú erudovanosť autora.

Habilitačná práca po teoretickom prehľade predkladá vybraných päť publikovaných prác autora a jednu nepublikovanú štúdiu, pričom všetky tieto práce priamo súvisia s témou habilitačnej práce a dokumentujú výskumné aktivity autora.

Publikácia [1] predstavuje metódu hodnotenia kvality videa pomocou strojového učenia, ktorá prepája objektívne merania so subjektívnym vnímaním používateľov. Autor tu navrhuje metódu s využitím neurónovej siete a vytvára hybridnú metriku, ktorá umožňuje IPTV poskytovateľom rýchlo určiť subjektívnu kvalitu videa. V druhej práci [2] autor predstavuje inovatívny prístup k hodnoteniu kvality protokolu IPTV, kde navrhuje novú metódu na predikciu kvality vnímania videa používateľmi pomocou Kohonenových samo-organizovaných máp (SOM). Autor tu taktiež skúma možnosť grafickej reprezentácie SOM pomocou U-matice ako metódu na vizualizáciu zhlukov a identifikáciu kľúčových parametrov ovplyvňujúcich kvalitu videa. V ďalšej priloženej publikácii [3] autor predstavuje verejne

dostupný vlastný dataset obsahujúci 700 video sekvencií kódovaných v H.264 a H.265 (HEVC), ohodnotených subjektívnymi aj objektívnymi metrikami. Tieto sekvencie boli testované pri rôznych bitových tokoch, rozlíšení a stratovosti a poskytnuté údaje umožňujú hodnotenie efektivity kódovania bez potreby reálnych pozorovateľov. V ďalšej priloženej publikácii [4] autora je predstavený trojstupňový systém prenosu videa s iteratívne dekódovanou schémou DSTS MIMO pričom je do navrhnutého systému začlenená umelá redundancia. Navrhovaný systém spoločného zdroja a kanála využívajúci H.264/AVC dosahuje podľa publikácie takmer kapacitný výkon.

V poslednej priloženej publikácii [5] autor predstavuje svoj výskum kde navrhuje postup steganografie obrázkov, ktorý využíva kombináciu algoritmov na zabezpečenie dát pomocou šifrovania BBPD a adaptívneho embeddingu s použitím Salp Swarm Optimization pričom tento algoritmus lokalizuje okrajové a hladké bloky a hybridná fuzzy neurónová sieť zlepšuje kvalitu stego obrázkov.

Priložené publikácie autora demonštrujú jeho hlboké znalosti z oblasti kódovania, prenosu a hodnotenia kvality multimediálnych dát, pričom vo svojom výskume sa venuje široko koncipovaným problémom z tejto oblasti a oceňujem tiež použitie modernej technológie neurónových sietí.

Formálna úroveň práce

Formálna úroveň práce je na dobrej úrovni, mierne rušivo však pôsobí pomerne vysoký počet poznámok pod čiarou ktoré podľa môjho názoru mohli byť zapracované priamo v texte.

Publikačné výstupy

Ing. Jaroslav Frnda, PhD. sa môže pochváliť veľmi rozsiahlou a široko koncipovanou publikačnou činnosťou. Podľa aktuálnych informácií databázy Scopus je autorom alebo spoluautorom 111 publikácií u ktorých je v Scopuse zaznamenaných 1444 citácií, pričom časť publikácií sa nachádza v časopisoch zaradených do Q1 alebo Q2 kvartilu. Taktiež počet spoluautorov 267 je vysoko nadštandardný.

Zo zoznamu publikácií je zjavne zrejmý široký odborný záber autora, keďže publikuje nielen v oblasti multimédií, čiže téme ktorej venuje svoju habilitačnú prácu, ale napr. aj v oblasti financií, biomedicínskych dát alebo dopravy.

Otázka na diskusiu

V posledných rokoch prebieha intenzívny výskum modelovania ľudskej vizuálnej pozornosti a generovania tzv. máp vizuálnej pozornosti alebo salienčných máp (saliency maps). Od pôvodného populárneho Ittiho modelu nastal významný posun aplikovaním metód hlbokého učenia. Diskutujte prosím prípadné možnosti použitia rôznych salienčných modelov na báze hlbokých neurónových sietí v modelovaní subjektívneho hodnotenia kvality obrazu a videa.

Záver

Práca predstavuje významný vedecký prínos, pričom ako najvýznamnejšie príspevky k vedeckému poznaniu hodnotím výskum transformačných funkcií medzi objektívnym a subjektívnym hodnotením kvality videa, výskum hodnotenia kvality videa pomocou neurónových sietí, tvorbu nových verejne dostupných datasetov testovacích videosekvencií a výskum v oblasti optimalizácie prenosu videa v náročných podmienkach.

Autor v svojej habilitačnej práci interdisciplinárne aplikuje dátovú vedu v oblasti multimédií a telekomunikácie čo hodnotím pozitívne. Zároveň je zrejmé, že v jeho výskumnej práci ide o riešenia, ktoré sú orientované na využitie v praxi.

Na záver konštatujem, že predložená práca autora Ing. Jaroslava Frndy, PhD. pod názvom „Hodnotenie obrazovej kvality streamovaného videa: Prechod od subjektívnych hodnotení k strojovému učeniu“ spĺňa požiadavky kladené na habilitačnú prácu, pričom autor dokázal svoju vysokú odbornosť a schopnosť tvorivej vedeckej práce.

Odporúčam predloženú habilitačnú prácu k obhajobe a po jej úspešnom priebehu odporúčam Ing. Jaroslav Frndovi, PhD. udeliť titul “Docent” v obore “Aplikovaná informatika”

V Bratislave 18.3.2025

Prof. Ing. Vanda Benešová CSc.

Odkazy na literatúru:

- [1] Frnda, J., Pavlicko, M., Durica, M., Sevcik, L., Voznak, M., Fournier-Viger, P., & Lin, J. C. W. (2021). A new perceptual evaluation method of video quality based on neural network. *Intelligent Data Analysis*, 25(3), 571-587.
- [2] Frnda, J., Nedoma, J., Martinek, R., & Fridrich, M. (2020). Predicting perceptual quality in internet television based on unsupervised learning. *Symmetry*, 12(9), 1535.
- [3] Frnda, J., Durica, M., Lin, J. C. W., & Fournier-Viger, P. (2024). Video dataset containing video quality assessment scores obtained from standardized objective and subjective testing. *Data in Brief*, 54, 110458.
- [4] Khalil, A., Minallah, N., Ahmed, I., Ullah, K., Frnda, J., & Jan, N. (2021). Robust mobile video transmission using DSTS-SP via three-stage iterative joint source-channel decoding. *Humancentric Computing and Information Sciences*, 11(42), 38-50.
- [5] Dhawan, S., Chakraborty, C., Frnda, J., Gupta, R., Rana, A. K., & Pani, S. K. (2021). SSII: secured and high-quality steganography using intelligent hybrid optimization algorithms for IoT. *IEEE Access*, 9, 87563-87578.