

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC
MARCARE REVERSIBILĂ CU PREDICȚIE LOCALĂ - GENERAȚIA A
DOUA (LOW2G)

03.05.2018-30.04.2020

INTRODUCERE

În cadrul proiectului LOW2G s-au desfășurat trei etape, respectiv „Îmbunătățirea predicției locale” (etapa I), „Noi metode de marcarea reversibilă bazate pe algoritmul îmbunătățit de predicție locală” (etapa a II-a) și „Noi aplicații ale predicției locale: specificarea reversibilă de histogramă” (etapa a III-a).

Raportul are trei secțiuni. Prima secțiune cuprinde rezultatele principale obținute în timpul proiectului prezentate într-un mod succint și cu trimitere la publicații. În secțiunea numărul doi sunt diseminate rezultatelor originale cuprinse în publicații. Raportul se încheie cu o secțiune de concluzii asupra direcțiilor de cercetare deschise de proiectul LOW2G.

1. REZULTATE SEMNIFICATIVE ALE CERCETĂRILOR

Rezultatele din cadrul LOW2G s-au concretizat printr-o serie de noi algoritmi de inserție reversibilă a datelor (RDH) în fișiere gazdă de diverse formate (secvențe audio, imagini clasice, criptate sau binare). Principalele rezultate sunt următoarele (cu trimitere la publicațiile din Secțiunea 2):

- algoritmul RDH cu distorsiune redusă introdus în [2], îmbunătățit prin introducerea erorii de predicție în rolul de criteriu de sortare în [5]. Sortarea pixelilor în funcție de valoarea lor (PVO – Pixel Value Ordering) reprezintă o abordare intens cercetată în ultima perioadă (introdusă în 2013, popularizată în 2016). Algoritmii din [2] și [5] aduc îmbunătățiri clare metodei de bază PVO, aceștia pot fi integrați ușor în majoritatea

algoritmilor PVO, inclusiv cei apăruti după publicarea lor (cum ar fi versiunea recentă a metodei k-pass PVO). Articolul [10] introduce o nouă abordare pentru selecția blocurilor folosite pentru PVO.

- algoritmul RDH pentru imagini criptate publicat în [1] prezintă o soluție accesibilă ce permite o inserție eficientă a datelor care nu compromite securitatea imaginii criptate și calitatea imaginii decriptate, permițând folosirea unui algoritm standard de decriptare. Aceste aspecte sunt extrem de importante, însă nu sunt atinse în totalitate de metodele curente de RDH în domeniul criptat (această problemă este discutată în [9]).
- algoritmul RDH în perechi de pixeli pentru imagini (propus în 2013 și îmbunătățit semnificativ în 2016 prin folosirea perechilor adaptive, idee introdusă de directorul de proiect) a fost optimizat prin favorizarea în funcție de imaginea gazdă a corelației între pixelii din pereche [3] sau favorizarea predicției [6].
- algoritmi RDH pentru secvențe audio din [4] și [7] permit un control mult mai eficient al capacității de inserție. Acest control duce și la o reducere semnificativă a distorsiunii introdusă în secvența gazdă.
- algoritmul RDH pentru imagini binare din [8] îmbunătățește semnificativ capacitatea maximă de inserție oferită în acest domeniu și oferă o distorsiune mai mică la aceeași capacitate comparativ cu metodele existente în domeniu.

2. PUBLICAȚII

În cadrul proiectului s-a urmărit diseminarea rezultatelor originale în conferințe internaționale de prestigiu și în publicații recunoscute. S-au publicat 7 articole de conferință, dintre care 4 sunt la conferințe selective, cu rejecție de 60% sau mai mare. Astfel, articolul [5] a fost prezentat la cea mai mare conferință dedicată prelucrării semnalelor și imaginilor: *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, două articole ([1] și [2]) au fost publicate la cea mai mare conferință dedicată domeniului prelucrării imaginilor: *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, iar articolul [3] a fost prezentat la echivalentul european al conferinței *ICASSP: European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*. Restul de 3 articole au fost prezentate la conferințe din România: *International*

Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS), International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC) și International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEEE). Este important de menționat că prezentarea articolului [8] la conferința *International Conference on Advances in Signal Processing and Artificial Intelligence (ASPAI)* a fost amânată din cauza pandemiei COVID-19.

Prezentăm în continuare lista cronologică a publicațiilor.

Conferințe indexate ISI

- 1) I.C. Dragoi și D. Coltuc, "Reversible Data Hiding in Encrypted Color Images Based on Vacating Room After Encryption and Pixel Prediction," *25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, Atena, Grecia, 2018.
- 2) I.C. Dragoi, Ion Caciula și D. Coltuc, "Improved Pairwise Pixel-Value-Ordering for High-Fidelity Reversible Data Hiding," *25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, Atena, Grecia, 2018.
- 3) I.C. Dragoi și D. Coltuc, "Improved Pairwise Embedding for High-Fidelity Reversible Data Hiding", *26th IEEE European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, Roma, Italia, 2018.
- 4) A. Bobeica, I.C. Dragoi, I Caciula, D. Coltuc, F. Albu și F. Yang, "Capacity Control for Prediction Error Expansion Based Audio Reversible Data Hiding", *22nd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)*, Oct. 10-12, 2018, Sinaia, România.
- 5) I.C. Dragoi și D. Coltuc, "Prediction-error-ordering for High-fidelity Reversible Data Hiding," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2019)*, pag. 2652-2656, Brighton, Anglia, 2019.
- 6) I.C. Dragoi și D. Coltuc, "Gradient Based Prediction for High Fidelity Reversible Data Hiding with Pairwise Embedding," *International Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS 2019)*, pag 1-4, Iași, România, 2019.
- 7) A. Bobeica, I.C. Dragoi, I. Caciula and D. Coltuc, "Sample Value Ordering for Audio Reversible Data Hiding", *The 6th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEEE 2019)*, Galați, România, 2019.

Articole acceptate pentru prezentare la conferințe internaționale

- 8) I.C. Dragoi și D. Coltuc, "Improved Pixel Selection Strategy for Reversible Data Hiding in Binary Images," *the 2nd International Conference on Advances in Signal Processing and Artificial Intelligence (ASPAI 2020)*, Berlin, Germania, 2020.

Articole in curs de publicare

- 9) I.C. Dragoi și D. Coltuc, "On the Security of Reversible Data Hiding in Encrypted Images by MSB Prediction," în revizie la *IEEE Transactions on Information Forensics & Security*. (revizia a II-a).
- 10) I.C. Dragoi, H.G. Coandă și D. Coltuc, "Prediction Based Sorting for Reversible Data Hiding with Pixel-Value-Ordering," în revizie la *IEEE Signal Processing*.

3. CONCLUZII

Rezultatele obținute în cadrul LOW2G au dus la creșterea performanțelor în domeniul RDH pentru o gamă largă de tipuri de fișier gazdă (secvențe audio, imagini clasice, criptate sau binare). Echipa a îmbunătățit atât unele metode existente (PVO, pe perechi etc.), cât și a venit cu noi abordări (la inserția în imaginile criptate și cele binare) într-un domeniu în care membrii echipei aveau deja rezultate recunoscute.

Performanțele obținute la inserția în domeniul criptat (un subiect intens discutat în ultimii ani) ne-au determinat să propunem un proiect focalizat pe acest subiect (PN-III-P1-1.1-PD-2019-1165, Contribuții la marcarea reversibila în domeniul criptat). Ne propunem dezvoltarea unei noi generații de algoritmi RDH optimizați pentru inserția în domeniul criptat care păstrează integritatea decriptării standard și în funcție de aplicația dorită oferă fie o criptare standard (ce oferă o capacitate maximă limitată și o distorsiune relativ mare) fie una cu o etapă de preprocesare (care îmbunătățește ambele aspecte).