

# RAPORT

## ETAPA I: Noi metode VRAE de inserție reversibilă de date

Activitatea de cercetare s-a concentrat pe dezvoltarea de noi metode de inserție reversibilă a datelor ce pot fi adaptate pentru domeniul criptat, precum și a metodelor create special pentru acest domeniu. Algoritmii dezvoltați urmează să fie valorificați prin două articole de revistă care sunt în curs de redactare, precum și două articole de conferință în stare inițială de redactare.

### Activitatea 1.1. Management și diseminare.

Directorul de proiect, după discuții cu mentorul, a stabilit strategia de diseminare a rezultatelor care vizează reviste clasificate în Q1 (reviste roșii) și conferințe internaționale selective. Cele două articole în curs de redactare vor fi trimise spre evaluare și publicare la *IEEE Transactions on Information, Forensics and Security* (factor de impact: 6.211) și respectiv *IEEE Signal processing Letters* (factor de impact: 4.18). Se urmărește susținerea articolelor de conferință la *ICIP (IEEE International Conference on Image Processing)* și *EUSIPCO (IEEE European Signal Processing Conference)*.

Articolele de revistă în curs de redactare urmează să fie finalizate până la sfârșitul anului, acestea sunt:

- 1) I.C. Dragoi, G.H. Coandă, D. Coltuc „Adaptive Block Selection for High Fidelity Reversible Data Hiding based on Pixel-Value-Ordering”, către *IEEE Transactions on Information, Forensics and Security*.
- 2) D. Coltuc, I.C. Dragoi „On Preserving Histogram Aspect in Prediction Error Expansion RDH”, către *IEEE Signal processing Letters*.

### Activitatea 1.2. Îmbunătățirea predicției VRAE cu grupe de pixeli selectați aleator

În această etapă a lucrării au fost întreprinse cercetări pentru optimizarea etapei de predicție la metodele cu crearea spațiului de inserție după criptare (VRAE, *vacating room after encryption*) ce au la bază principiile de inserție propuse în [1]. S-a pornit de la predicția multiplă din [2], cea mai eficientă metodă de inserție bazată pe [1]. Contextul de predicție (format în [2] din patru pixeli: vecinii verticali/orizontali în etapa de inserție I și cei diagonali în etapa II) a fost extins la unul din format din 16

și respectiv 18 pixeli (figura 1). Pentru predicție s-au adaptat cei patru sub-predictori ce formează predictorul EGBSW [3]. Rezultatele inițiale sunt promițătoare, noua predicție aduce față de [2] un raport mai bun capacitate/distorsiune sub aceeași constrângere asupra ratei de decodare fără erori. Această metodă va fi valorificată sub forma unei articole de conferință (în curs de redactare, menționat mai sus).

O altă abordare în curs de implementare este folosirea rețelelor aprofundate (deep learning) pentru predicție, urmărindu-se aceeași inserție pe două etape. Se va evalua atât utilizarea directă a unei rețele ca predictor unic cât și folosirea ei în cadrul unui set de predictori împreună cu cei dezvoltați anterior.

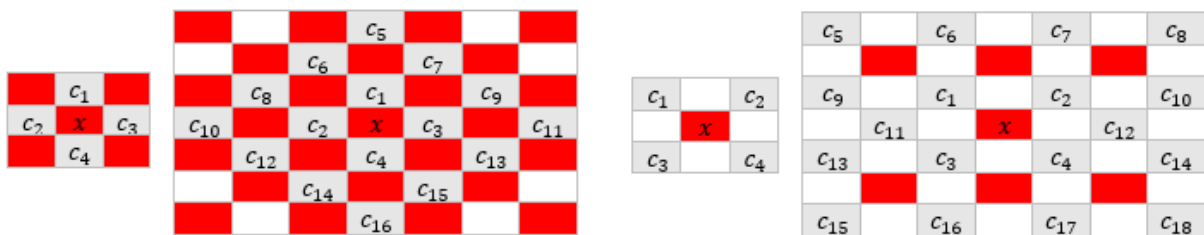


Figura 1. Contextul de predicție din [2] și cel extins pentru ambele etape de inserție: gri – context de predicție; roșu – pixelii din aceeași etapă; alb – pixelii nefolosiți la predicție.

### Activitate 1.3. Dezvoltarea metodelor VRAE cu permutații de blocuri

Inserția VRAE cu permutații de blocuri s-a dovedit mai limitată decât cea cu grupe de pixeli cu selecție aleatoare. Însă această abordare rămâne una intens folosită la inserția datelor prin crearea spațiului înainte de criptare (VRBE, *vacating room before encryption*). Articolul [4] a introdus inserția VRBE bazată pe sortarea valori pixelilor (PVO, *pixel-value-ordering*). Metodele PVO sunt intens folosite în domeniul necriptat, cel mai performant algoritm fiind [5]. Primul articol de revistă introduce o nouă abordare la inserția PVO în imagini necriptate, mai exact se propune o nouă parcurgere sub formă de șir vectorial a pixelilor gazdă. Parcurgerea pe bază de șir elimină o problemă majoră a metodelor PVO: necesitatea de a folosi o singură dimensiune a blocurilor PVO. Împărțirea unui șir în sub-șiruri de mărimi diferite este trivială, în schimb împărțirea unei imagini (bidimensională) în blocuri de diverse dimensiuni fără a compromite calitatea blocurilor și cu constrângerile impuse de reversibilitate este extrem de dificilă. Noua abordare aduce în medie un PSNR de 63,54 dB la o capacitate de 10.000 de biți pe setul Kodak ([5] obținând 63,17 dB). Este important de precizat că în [5], la aceeași capacitate, autorii raportează pentru alte metode existente PSNR-uri de 63,02 dB și 65,16 dB. După publicarea noii metode PVO, aceasta va fi adaptată pentru domeniul criptat, pornindu-se de la abordarea din [4].

Un alt aspect de interes din inserția în domeniul necriptat este imperceptibilității mesajului. Distorsiunea introdusă de datele ascunse nu trebuie să fie vizibilă din punct de vedere statistic. Al doilea

articol de revistă adaptează ecuațiile clasice de inserție reversibilă pentru a menține aspectul gaussian al histogramei erorii de predicție. Astfel prezența datelor devine mult mai greu de detectat chiar și când predictorul folosit este cunoscut.

Al doilea articol de conferință investighează inserția în imaginile binare, optimizând metoda propusă recent în [6]. Acest tip de inserție poate fi exploatată pentru a crește capacitatea limitată oferită de metodele VRAE din domeniul criptat. Mai exact, se urmărește folosirea metodelor pentru imaginile binare la ascunderea datelor într-un plan preselectat a imaginii criptate ce dispune după decriptare de redundanța necesară pentru reversibilitate.

### **Activitate 1.3. Dezvoltarea unei metode VRAE pentru imagini color**

Metoda de inserție VRAE propusă în primul articol de conferință poate fi adaptată pentru imaginile color. Prioritatea fiind de a exploata toate cele trei plane de culoare fără a afecta rata de eroare redusă oferită de imaginile color. În mod similar, rețelelor aprofundate ar trebui să ofere rezultate bune. Se urmărește realizarea unui al treilea articol de conferință cu această temă după finalizarea articolelor în lucru, datorită dependenței acestei abordări de rezultatele precedente.

### **Bibliografie**

- [1] X. Wu, W. Sun „High-capacity reversible data hiding in encrypted images by prediction error”, *Signal Processing*, pp. 387–400, 2014.
- [2] I.C. Dragoi, D. Coltuc „Reversible data hiding in encrypted images based on reserving room after encryption and multiple predictors”, *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2018.
- [3] I.C. Dragoi, D. Coltuc, I. Caciula „Gradient based prediction for reversible watermarking by difference expansion”, *Proceedings of the 2nd ACM workshop on Information hiding and multimedia security*, 2014.
- [4] D. Xiao, et al. „Separable reversible data hiding in encrypted image based on pixel value ordering and additive homomorphism”, *Journal of Visual Comm. and Image Representation* 45: 1-10, 2017.
- [5] T. Zhang et al. „Location-Based PVO and Adaptive Pairwise Modification for Efficient Reversible Data Hiding”, *IEEE Trans. on Information Forensics and Security* 15: 2306-2319, 2020.
- [6] I.C. Dragoi, D. Coltuc „Improved Pixel Selection Strategy for Reversible Data Hiding in Binary Images”, *Second International Conference on Advances in Signal Processing and Artificial Intelligence (ASPAI)*, 2020.