

Image Watermarking Through Spectral Analysis

Absolvent: Dogaru Mihail Dănut

Coordonator Științific: Conf. Dr. Rusu Cristian

Iunie 2025

Universitatea din București - Facultatea de Matematică și Informatică

Odată cu creșterea exponențială a conținutului digital, protejarea **proprietății intelectuale** și asigurarea **integrității datelor** au devenit esențiale.

Tehnicile de *watermarking* permit:

- **Trasabilitatea** imaginilor digitale;
- **Autentificarea** sursei imaginii;
- Prevenirea **distribuirii neautorizate**;
- Aplicarea în domenii precum **documente medicale, imagini satelitare, arhive juridice sau active digitale**.

Datorită aplicațiilor critice, este nevoie de sisteme care sunt:

- **Invizibile** pentru ochiul uman (imperceptibile);
- **Robuste** la atacuri și degradări de transmisie;
- Preferabil **blind** (nu necesită imaginea originală pentru detecție).

Starea Domeniului: Watermarking în Domeniul Spațial vs. Domeniul Frecvențial

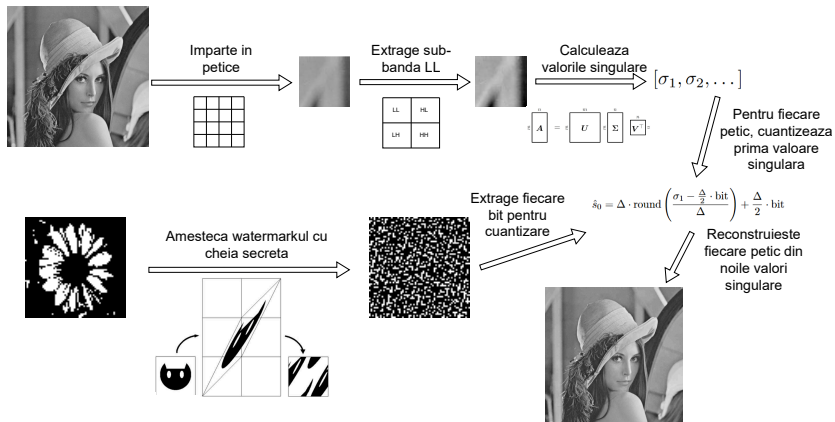
Domeniul Spațial

- **Tehnici:** LSB (Least Significant Bit), metode aditive
- **Avantaje:** Implementare simplă, cost computațional redus
- **Dezavantaje:** Sensibilitate la atacuri, vizibilitate crescută

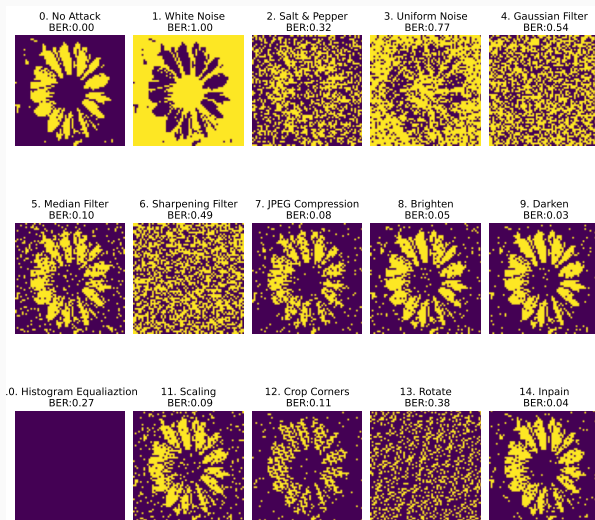
Domeniul Frecvențial

- **Tehnici:** DCT (Discrete Cosine Transform), DWT (Discrete Wavelet Transform), SVD (Singular Value Decomposition)
- **Avantaje:** Robustete ridicată, invizibilitate sporită
- **Dezavantaje:** Complexitate crescută, cost computațional mai mare

Abordarea Propusă: DWT-SVD Hybrid



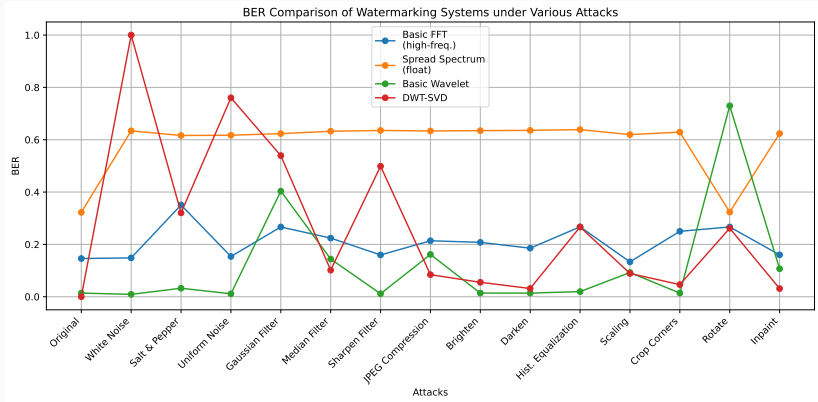
Rezultate: Robustețea la Atacuri Comune



Zgomot	Filtrare	Geometrie
Afectări moderate	Degradare severă	Rezistență bună

Rezultate: Analiză Comparativă

- Alte metode testate FFT Simplu, FFT Spread Spectrum, DWT Simplu, DWT-SVD hibrid.



- Nicio metodă de watermarking nu este universal optimă — fiecare implică compromisuri între robustețe, imperceptibilitate și capacitatea de încărcare.
- **Performanța depinde de domeniul exploatat:**
 - Domeniul frecvenței: robustețe bună, dar calitate vizibil afectată.
 - Domeniul wavelet: robustețe bună, calitate vizibil afectată.
 - Metode hibride (DWT-SVD): echilibru superior între metrici.
- **Rezultate comparative (medii pe setul de test):**

Metodă	MSE	SSIM	BER
Basic FFT	166.23	0.78	0.46
Spread Spectrum	1.36×10^{-6}	0.99	0.49
Basic Wavelet	12.95	0.97	0.13
DWT-SVD	2.45	0.99	0.10

- **Ascunderea trebuie să se alinieze cu modelele de amenințare,** deoarece atacurile geometrice și detecția fără cheie rămân provocări majore în mediul digital.

Demo

Vă mulțumesc!

Întrebări?