

Diagrame Pipeline CFAR-STFT

Detectia semnalelor radar în sea clutter

1 Pipeline-ul Algoritmului CFAR-STFT

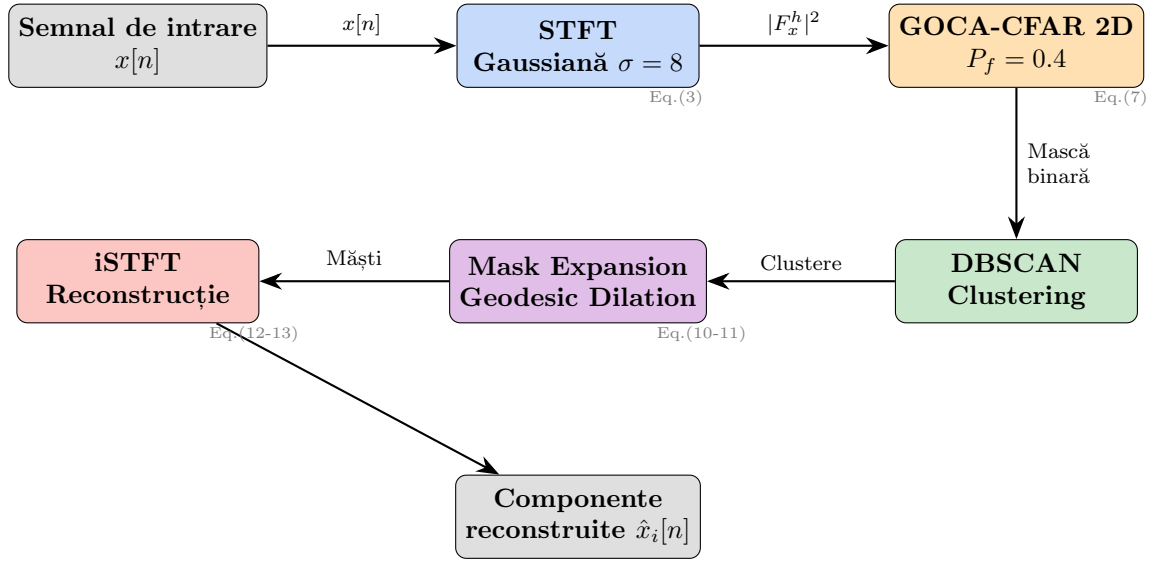


Figura 1: Pipeline-ul complet al algoritmului CFAR-STFT pentru extracția componentelor din planul timp-frecvență (conform Abratkiewicz 2022).

2 Structura Detectorului GOCA-CFAR 2D

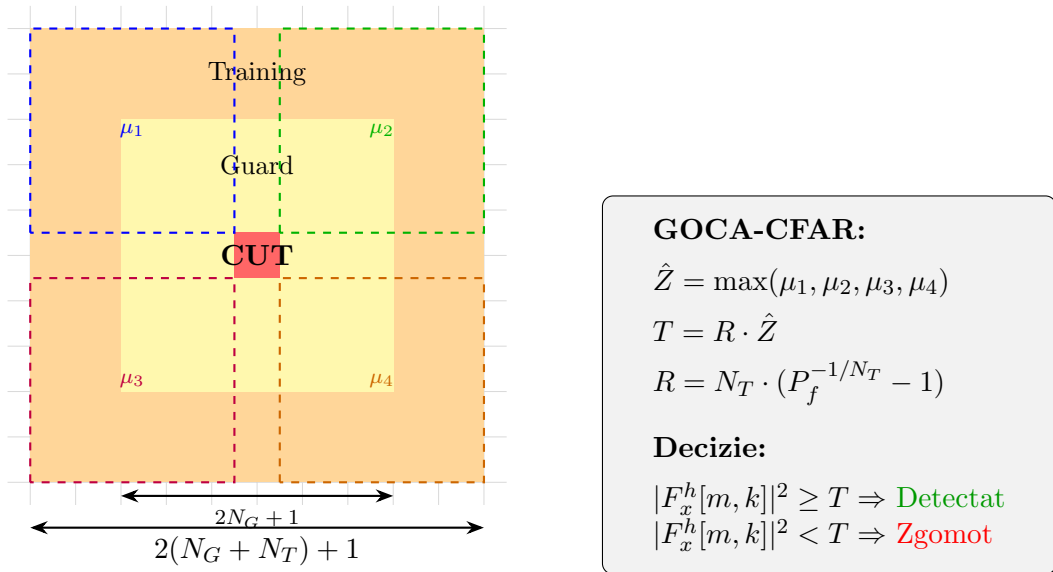
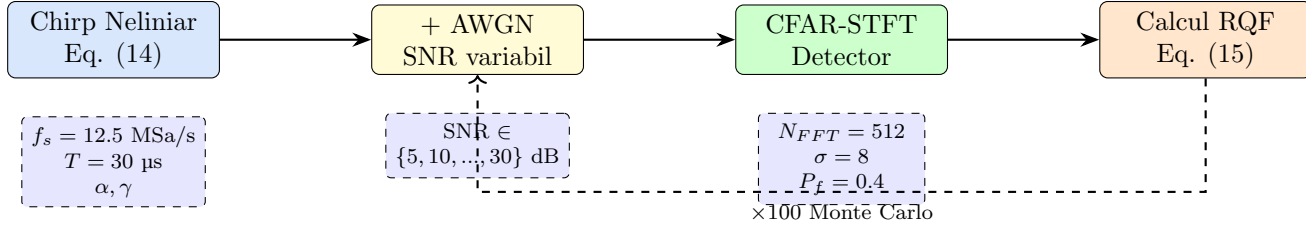


Figura 2: Structura celulelor GOCA-CFAR 2D. CUT = Cell Under Test (roșu), Guard cells (galben), Training cells (portocaliu). GOCA calculează media în 4 sub-regiuni și ia maximumul.

3 Configurația Experimentală

Experiment 1: Replicare Paper



Experiment 2: Date Radar Reale

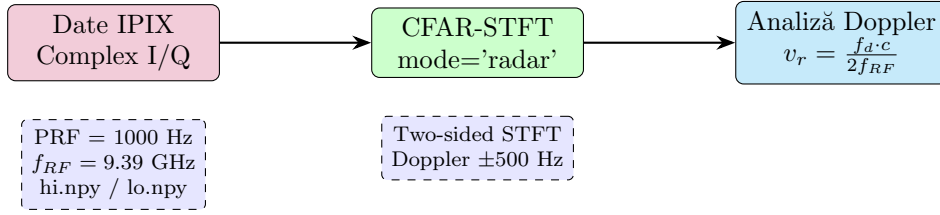


Figura 3: Configurația celor două experimente: (sus) replicarea Fig. 6 din paper cu chirp sintetic, (jos) validare pe date IPIX sea clutter.

4 Procesarea în Planul Timp-Frecvență

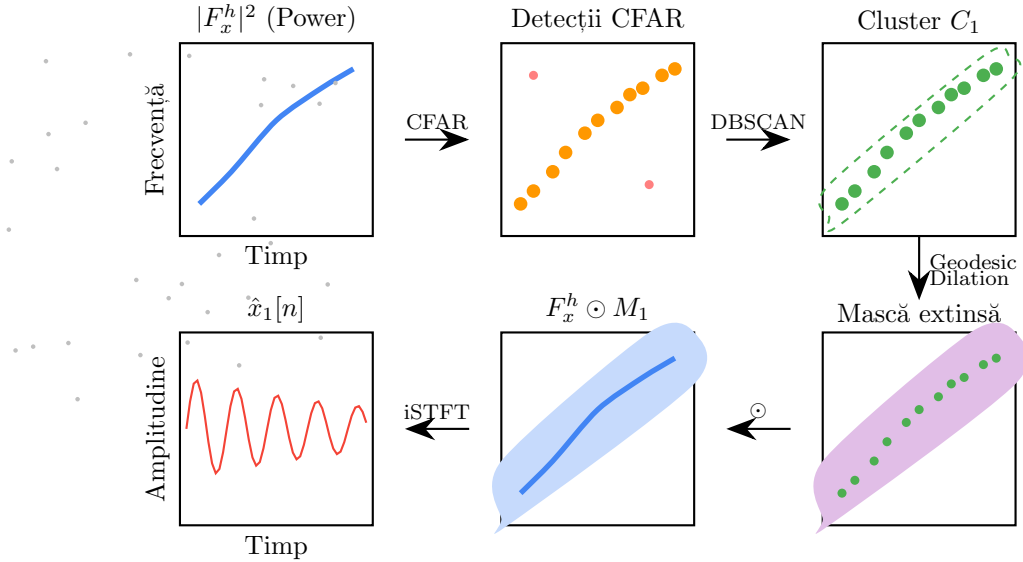


Figura 4: Fluxul de procesare în planul timp-frecvență: spectrograma → detecții CFAR → clustering DBSCAN → extindere mască → mascare STFT → reconstrucție iSTFT.

5 Interpretarea Doppler pentru Radar

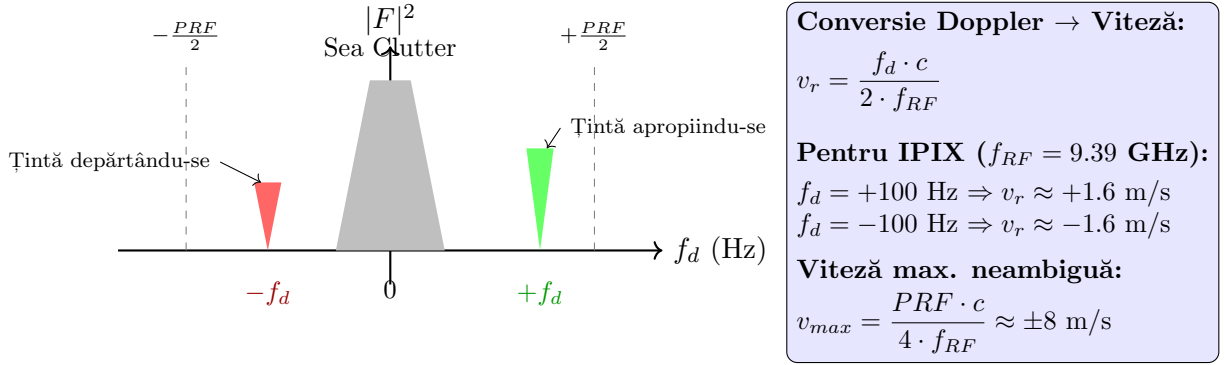


Figura 5: Spectrul Doppler two-sided pentru date radar complexe I/Q. Frecvențele pozitive indică ținte care se apropie, cele negative ținte care se depărtează. Sea clutter-ul apare centrat la 0 Hz.

6 Parametrii Implementării vs. Paper

Parametru	Paper	Exp. Sintetic	Exp. IPIX (real)
Rata de eșantionare f_s	12.5 MSa/s	12.5 MSa/s	1000 Hz (PRF)
Durata semnalului T	30 μ s	30 μ s	60 s
Dimensiune FFT N_{fft}	512	512	256
Fereastră STFT	Gaussiană $\sigma = 8$	Gaussiană $\sigma = 8$	Gaussiană $\sigma = 8$
Hop H	—	256 (50%)	32 (87.5%)
N_G (guard cells)	16	16	3
N_T (training cells)	16	16	12
P_f (prob. alarmă falsă)	0.4	0.4	0.001
Tip CFAR	GOCA	GOCA	GOCA
Model clutter	Gaussiană	Gaussiană	K-distribution
DBSCAN ε	—	8	8
DBSCAN min_samples	—	5	5
DBSCAN freq_scale	—	1.0	3.0 (asimetric)
DC mask bins	—	—	± 8
Min Doppler BW	—	—	3 Hz
Simulări Monte Carlo	100	100	—

Figura 6: Comparație între parametrii din paper (Abratkiewicz 2022), experimentul pe date sintetice și experimentul pe date IPIX reale. Pentru sea clutter am adaptat: P_f mai mic, K-distribution, DBSCAN asimetric, mascare DC.

7 Metrica de Evaluare: RQF

$$\text{RQF} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\sum_n |x[n]|^2}{\sum_n |x[n] - \hat{x}[n]|^2} \right) \text{ dB}$$

$x[n]$ = semnal original (curat)

$\hat{x}[n]$ = semnal reconstruit

RQF mai mare \Rightarrow reconstrucție mai bună

Paper: ~ 35 dB la $\text{SNR} = 30$ dB

Figura 7: Formula RQF (Reconstruction Quality Factor) din Ecuația (15) a paper-ului.