

Convex Optimization Relaxation for Radial Image Reconstruction

Mincu Adrian-Lucian

Coordonator științific: Conf. Dr. Rusu Cristian

Universitatea din București - Facultatea de Matematică și Informatică

Iulie, 2025

Motivație

- CT: **375+ mil. scanări/an**, bazate pe Radon, cu **+3–4%** anual.
- Transformata Radon este studiată atât în matematică, cât și în imagistică.
- Arta cu sfoară este un proces manual intensiv, propunem automatizarea ei.

Contribuție personală

- Studiu literatură despre artă cu sfoară și optimizare.
- Adaptarea transformatei Radon și implementarea mai multor algoritmi de optimizare.
- Pachet Python documentat, cu experimente reproductibile.

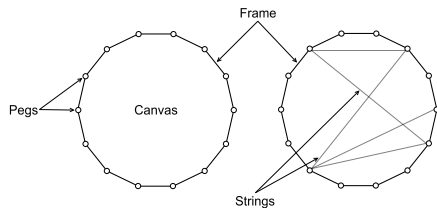
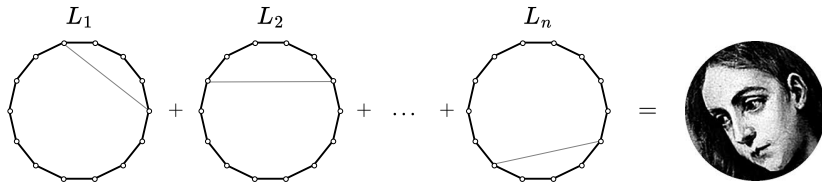


Figure: Componente ale artei cu sfoară.

Definirea problemei

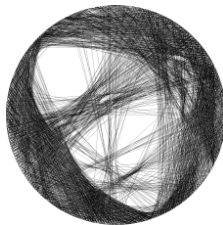
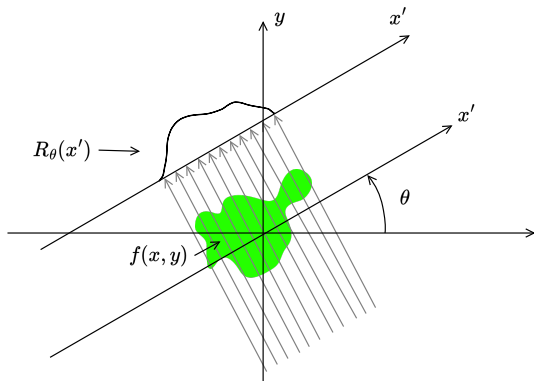


$$\begin{bmatrix} A_{11} \\ A_{12} \\ A_{13} \\ \vdots \\ A_{1m} \end{bmatrix} x_1 + \begin{bmatrix} A_{21} \\ A_{22} \\ A_{23} \\ \vdots \\ A_{2m} \end{bmatrix} x_2 + \dots + \begin{bmatrix} A_{n1} \\ A_{n2} \\ A_{n3} \\ \vdots \\ A_{nm} \end{bmatrix} x_n = b$$

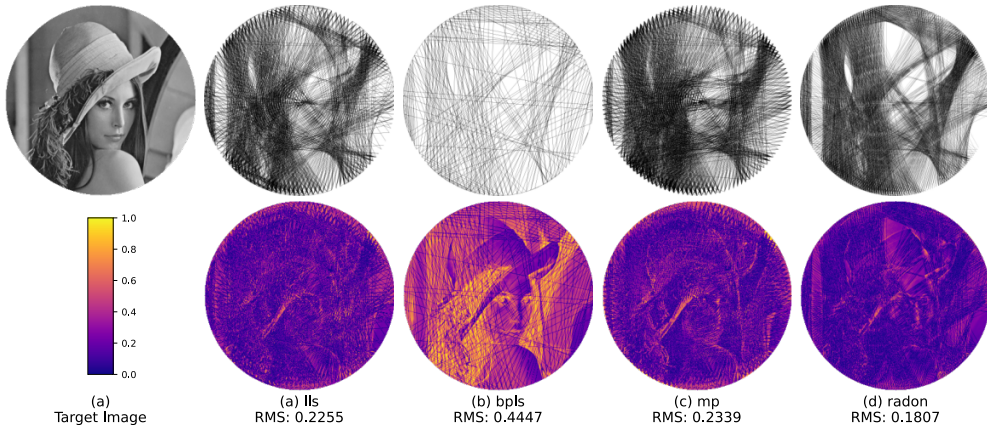
$$A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_n x_n = b$$

$$\min \|A \cdot x - b\|^2$$

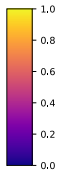
Transformata Radon



Analiză Comparativă Metode cu Coeficienți Binari



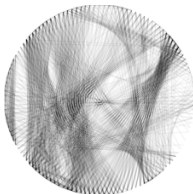
Analiză Comparativă Metode cu Coeficienți Reali



(a)
Target Image



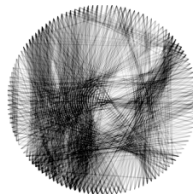
(a) ls
RMS: 0.1530



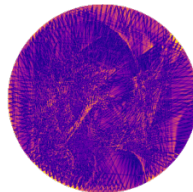
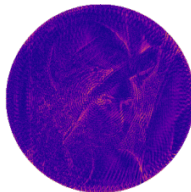
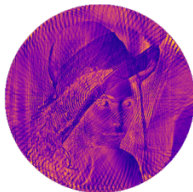
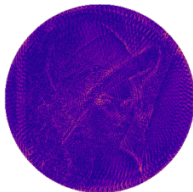
(b) lls
RMS: 0.3243



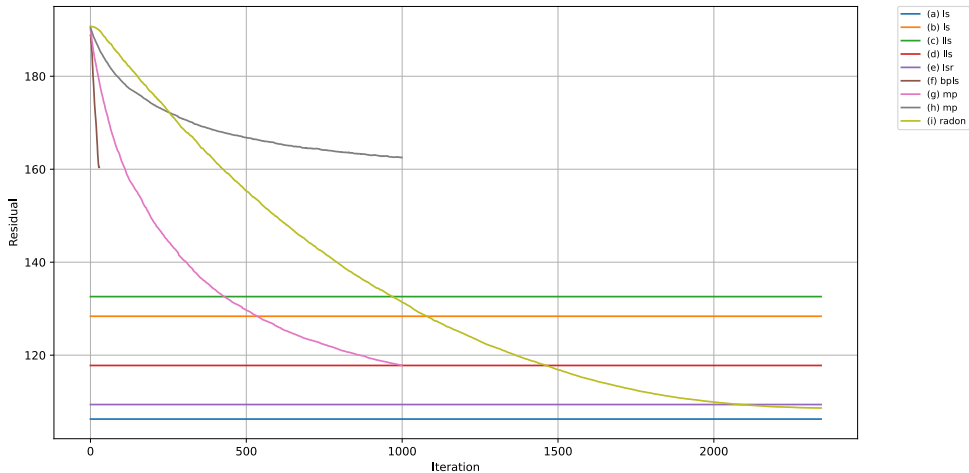
(c) lsr
RMS: 0.1488



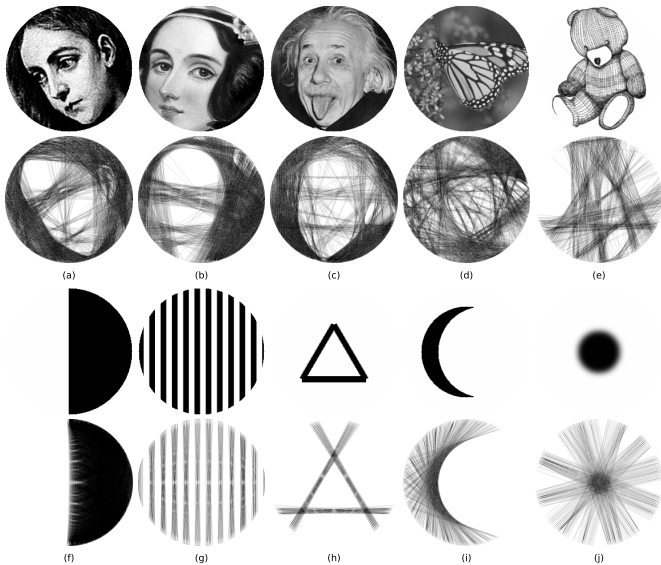
(d) mp
RMS: 0.2427



Istoric Reziduu



Rezultate Cantitative Radon



Cea mai bună metodă: Radon

- Produce un rezultat binar, cu un contrast bun și separare clară între fundal și subiect.
- De **$6.7\times$** mai rapidă decât BPLS, dar **$12.6\times$** mai lentă decât LLS binar.
- De **$8\times$** mai eficientă în memorie decât BPLS, dar **$1.62\times$** mai consumatoare decât LLS binar.
- RMS competitiv: **0.1807** — LLS binar (0.2255), BPLS (0.4447), MP binar (0.2339).

Perspective viitoare

- Explorarea metodei de transfer de stil bazată pe deep learning a fost deja începută.
- Direcție propusă: dezvoltarea unui model care să prezică direct liniile folosite, nu doar să aplice un stil.