



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale  
2007-2013



# Platformă de e-learning și curriculum e-content pentru învățământul superior tehnic

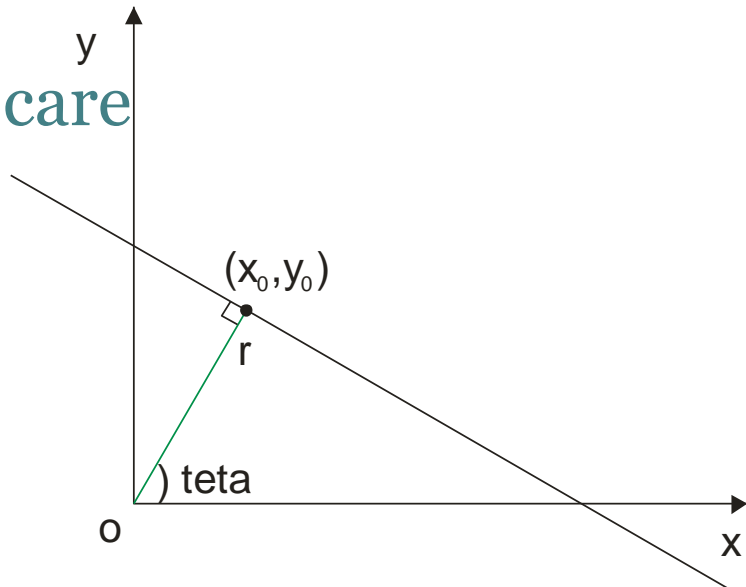
**AEACD**

## **12. Preprocesarea documentelor: Transformata Hough. Transformata Radon**

# Transformata Hough

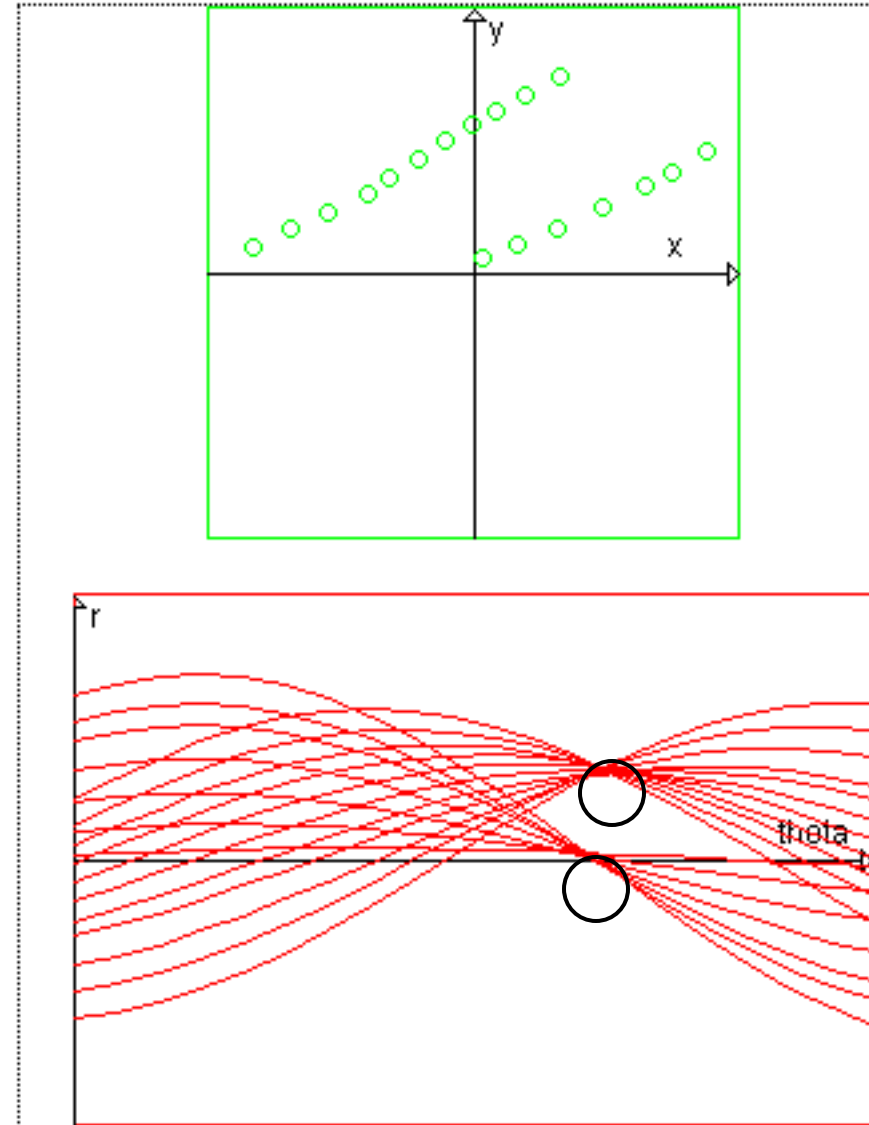
- Transformata Hough este folosita la detectia de forme geometrice: linii, cercuri, elipse
- In cazul analizei unghiului de skew, este folosita pentru a determina dreptele predominante in document
- Exista mai multe variante, vom exemplifica cu urmatoare parametrizare:

$r = x \cos\theta + y \sin\theta$  – ecuatia care descrie toate dreptele care trec prin punctul de coordonate  $X, Y$  din planul  $XoY$



# Transformata Hough

- Fiecare punct va avea in planul Hough o sinusoida corespondenta
- Daca mai multe puncte sunt coliniare, sinusoidele lor se interesectioneaza intr-un punct ce determina dreapta pe care se afla



# Transformata Hough - implementare

1. Un set de puncte din imagine este selectat
  - Intrucat procesarea intregii imagini ar dura prea mult, sunt procesate doar un subset din punctele imaginii (Exemplu: centroidele literelor)
2. Sunt calculate dimensiunile spatiului si rezolutia
  - Pentru a putea detecta intersectiile sinusoidelor, planul Hough este discretizat – se alocă o matrice de “accumulation buffers”
  - Dimensiunea depinde de
    - Inaltimea imaginii
    - Plaja de unghiuri in care se cauta unghiul de skew
    - Rezolutia la care se cauta (Exemplu: vrem precizie de 0.1 grade sau 0.001 grade)
3. Sunt initializate Accumulation-bufferele
  - In general la 0

# Transformata Hough - implementare

3. Este aplicata transformata Hough
  - Pentru fiecare punct este calculata sinusoida
  - Sinusoida este discretizata si accumulation-bufferele corespunzatoare sunt incrementate
  - In general se va aplica un filtru pentru a determina trecerea din domeniul continuu in discret (pentru o valoare se pot incrementa mai multe accumulation buffere, in functie de valoarea exacta)
4. Sunt selectate valorile dominante din matricea de accumulation buffere
5. Este calculat unghiul de skew in functie de valorile dominante (se poate folosi o histograma)

# Transformata Radon

- Este capabila, la fel ca mai bine cunoscuta transformata Hough, sa extraga parametrii unei linii dintr-o imagine 2D ce contine linii
- Transpune o imagine bidimensionala ce contine linii intr-un domeniu al valorilor posibile pentru parametri unei linii
- Fiecare linie din imagine va produce un varf (in care sinusoidalele punctelor ce formeaza linia se intersecteaza) ce este positionat la parametrii corespunzatori liniei

# Transformata Radon

- Ecuația unei linii are forma:  $y = mx + c$
- Pentru această ecuație transformata Radon are forma:

$$g(\rho, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x, \rho x + \tau) dx$$

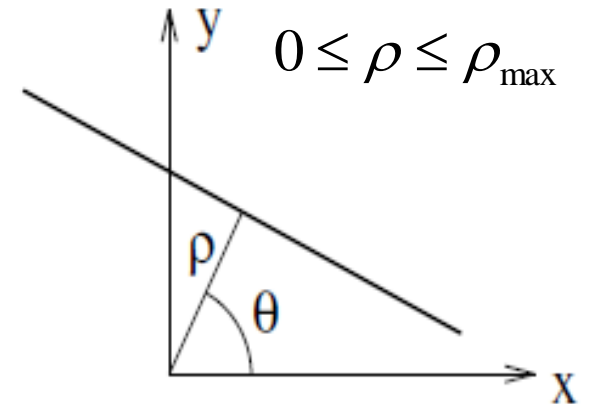
- Ecuația liniei în coordonate polare:  $x \cos \theta + y \sin \theta - \rho = 0$
- Pentru această ecuație transformata Radon are forma:

$$g(\rho, \theta) = \frac{1}{|\sin \theta|} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, \frac{\rho}{\sin \theta} - x \cot \theta) dx$$

- $\rho$  cea mai mică distanță de la originea sistemului de coordonate la linie
- $\theta$  unghiul corespunzător orientării unghiulare a liniei

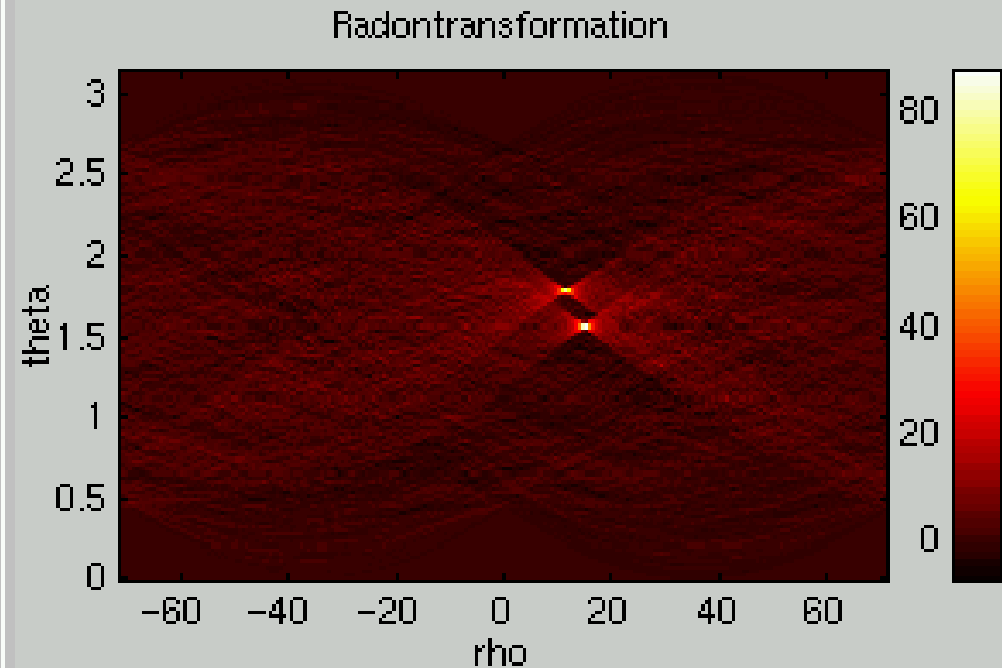
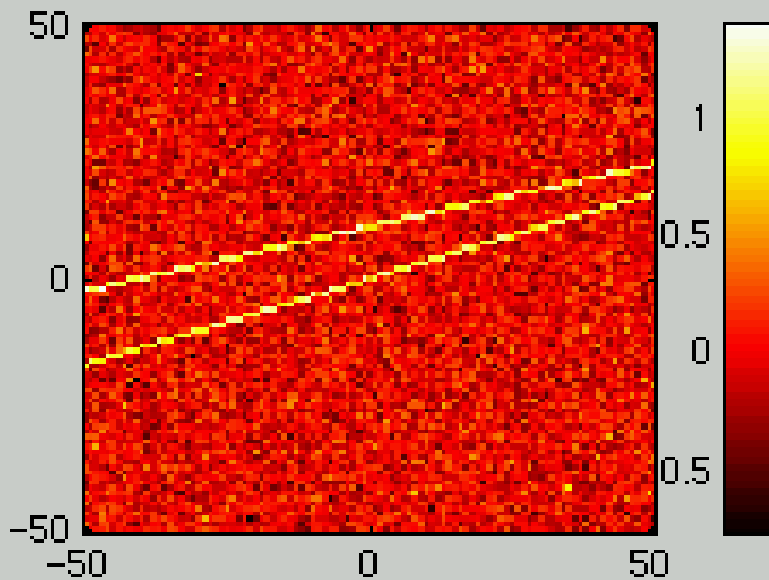
$$0 \leq \theta \leq 2\pi$$

$$0 \leq \rho \leq \rho_{\max}$$



# Transformata Radon

- Folosind ultima forma enuntata anterior o imagine continand doua linii are forma in spatiul transformatei Radon asa cum arata figura din dreapta:



Imagine preluata:

<http://eivind.imm.dtu.dk/staff/ptoft/Radon/Radon.html>

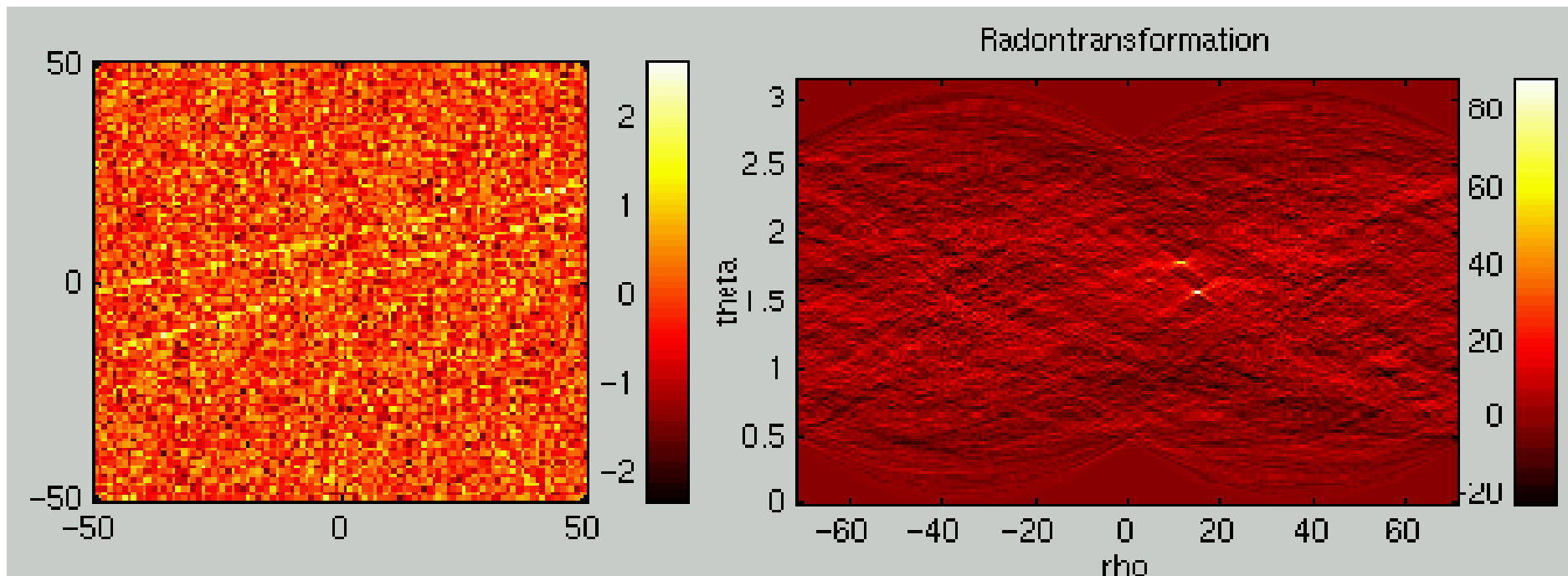


# Transformata Radon

- In imaginea prezentata s-au putut observa in cadrul spatiului transformatei Radon doua puncte luminoase ce reprezinta liniile
- pozitie acestor doua puncte dezvaluie parametri liniilor din imaginea originala
- Un algoritm simplu de thresholding poate sa fie utilizat pentru a extrage aceste puncte si pentru a determina coordonatele ce corespund parametrilor liniilor

# Transformata Radon

- O proprietate importanta a transformatei Radon este abilitatea de a extrage liniile chiar si din imaginile unde nivelul zgomotelor este foarte ridicat

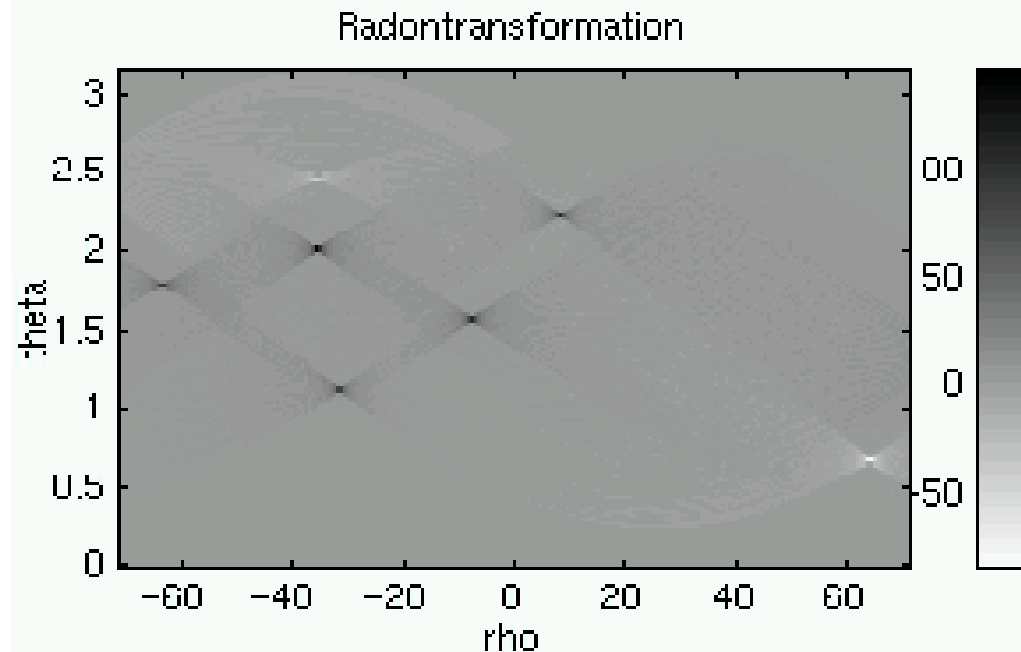
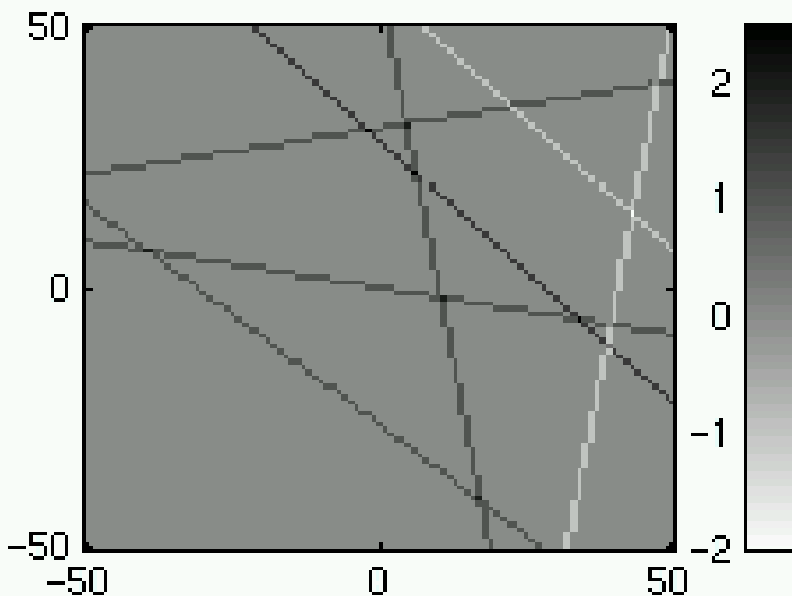


Imagine preluata:

<http://eivind.imm.dtu.dk/staff/ptoft/Radon/Radon.html>

# Transformata Radon

- Se pot identifica chiar si liniile ascunse in cadrul imaginii folosind transformata Radon
- Valorile determinate in spatiul Radon reflecta valorile parametrilor liniilor
- Din figura se poate observa ca liniile care se intersecteaza nu ridica probleme



Imagine preluata:

<http://eivind.imm.dtu.dk/staff/ptoft/Radon/Radon.html>

# Skew detection - Transformata Radon

- **Metoda:**
  - Plecam de la o imagine binara
  - Primul pas este sa determinam entitatile conectate ale imaginii date, in special cele care contin caractere
  - Filtram entitatile de mari dimensiuni, cele de inaltime mare sunt eliminate iar cele de latime mare sunt pastrate deoarece pot forma linii orizontale, utile in detectia inclinarii
  - Pentru fiecare entitate se foloseste doar centrul limitei de jos
  - Se calculeaza transformata Radon pentru o colectie de unghiuri
  - O functie evalueaza transformata pentru diferite unghiuri. Unghiul corespunzator inexistentei inclinarii ofera cea mai mare variatie
  - Initial un set de unghiuri sunt scanate. Apoi cel mai promitator unghi este pastrat si se cauta in vecinatatea acestuia. Acest proces continua pana cand se obtine nivelul de acuratete dorit

# Skew detection - Transformata Radon

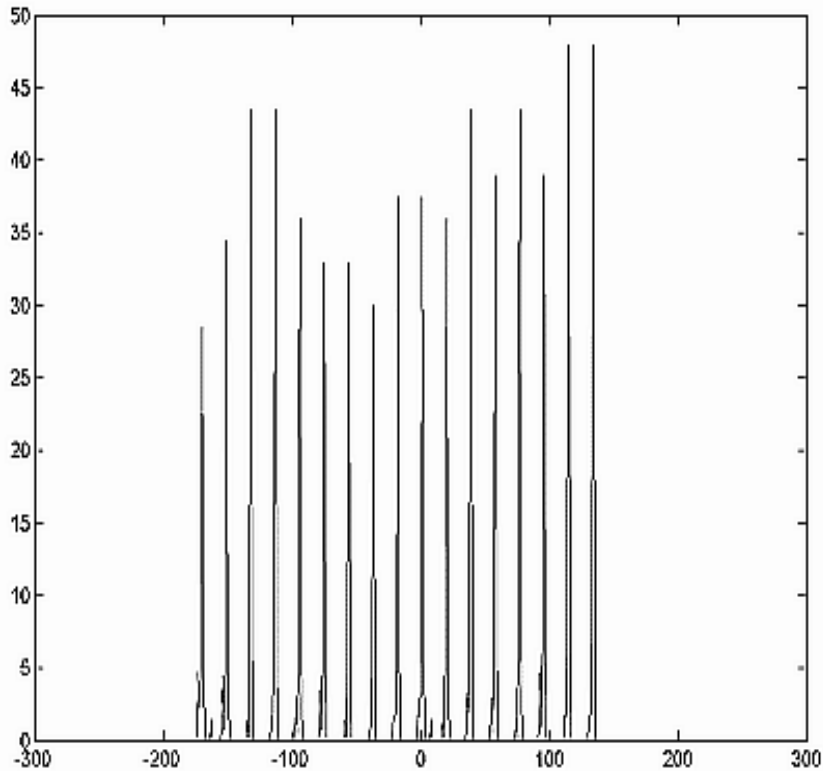
Today, it is considered to be a classic of French literature, though it is overshadowed by its many subsequent adaptations. The novel was translated into English in 1911. It has since been adapted many times into film and stage productions, the most notable of which were the 1925 film depiction and Andrew Lloyd Webber's 1986 musical, starring Michael Crawford as the Phantom, Steve Barton as Raoul, and Sarah Brightman as Christine. The Phantom of the Opera musical is now the longest running Broadway show in history and the most lucrative entertainment enterprise of all time, its worldwide box office over the past 20 years has outgrossed even the highest grossing film in history, 1997's Titanic.

Imaginea originala

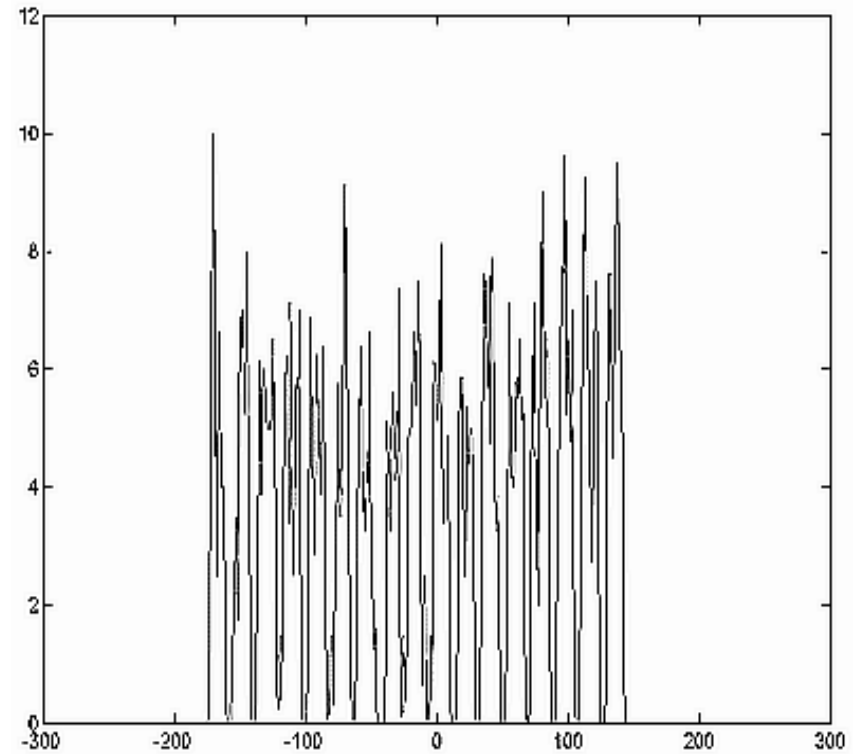
Today, it is considered to be a classic of French literature, though it is overshadowed by its many subsequent adaptations. The novel was translated into English in 1911. It has since been adapted many times into film and stage productions, the most notable of which were the 1925 film depiction and Andrew Lloyd Webber's 1986 musical, starring Michael Crawford as the Phantom, Steve Barton as Raoul, and Sarah Brightman as Christine. The Phantom of the Opera musical is now the longest running Broadway show in history and the most lucrative entertainment enterprise of all time, its worldwide box office over the past 20 years has outgrossed even the highest grossing film in history, 1997's Titanic.

Centrele limitei de jos a literelor

# Skew detection - Transformata Radon



Transformata Radon a imaginii



Transformata Radon a imaginii in cazul  
inclinarii cu 3 grade