

Procesarea Imaginilor

FILTRAREA IMAGINILOR

Mihai Ivanovici

Universitatea Transilvania din Braşov



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a i...

Page 1 of 37



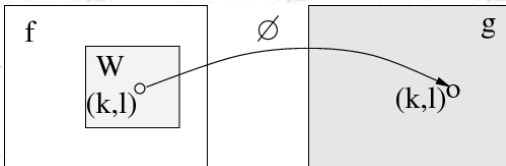
Full Screen

Search

Close

PI 2008

1 Prelucrări de vecinătate



$$g(k,l) = \phi[W(f(k,l))]$$

Filtrarea imaginilor este o operație de îmbunătățire, principalul scop al acesteia fiind eliminarea zgomotului suprapus unei imagini



Titlul

Prelucrări de veci...

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a i...

Page 2 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

2 Tipuri de zgomot

- zgomotul uniform (cu distribuție uniformă)
- zgomotul Gaussian (cu distribuție normală)
- zgomotul de tip sare și piper (engl. “salt & pepper”)



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a i...

Page 3 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

3 Filtrarea liniară a imaginilor

Principiul liniarității: Fiind date două imagini $f_1(x,y)$ și $f_2(x,y)$, și două numere reale α și β , se numește **operator liniar**, un operator O care are următoarea proprietate:

$$O[\alpha \cdot f_1 + \beta \cdot f_2] = \alpha \cdot O[f_1] + \beta \cdot O[f_2]$$

Noua valoare a unui pixel al imaginii este o combinație liniară a unui număr de valori din imaginea originală:



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 4 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

$$g(m,n) = \sum_{(k,l) \in W} w_{kl} \cdot f(m-k, n-l)$$

unde f este imaginea originală (afectată de zgomot), g este imaginea filtrată, W este o structură de puncte care definește vecinătatea pixelului (m,n) , w_{kl} sînt niște valori constante care reprezintă **coeficienții filtrului**.

Un filtru este definit de vecinătatea W și de coeficienții w_{kl}

Un filtru poate fi specificat de o matrice V , care poartă numele de **mască de convoluție** sau **mască de filtrare**, care este caracterizată de formă, valorile coeficienților și de origine.



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 5 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

$w_{-1,-1}$	$w_{-1,0}$	$w_{-1,1}$
$w_{0,-1}$	$w_{0,0}$	$w_{0,1}$
$w_{1,-1}$	$w_{1,0}$	$w_{1,1}$

Filtrarea este o convoluție bidimensională



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 6 of 37



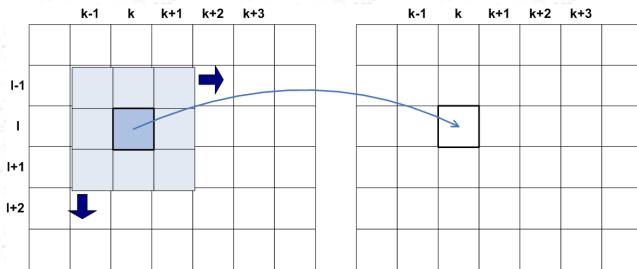
Full Screen

Search

Close

PI 2008

Tehnica ferestrei glisante



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 7 of 37



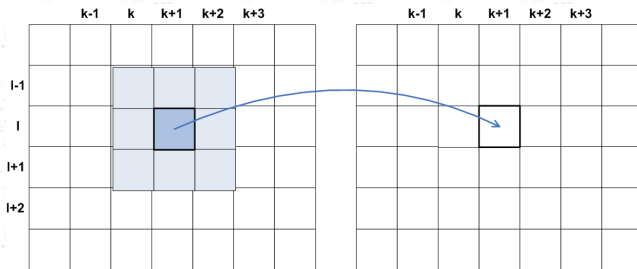
Full Screen

Search

Close

PI 2008

Tehnica ferestrei glisante



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 8 of 37



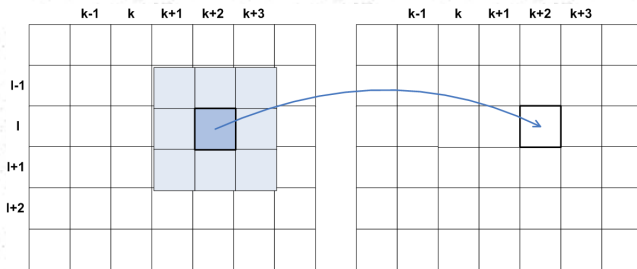
Full Screen

Search

Close

PI 2008

Tehnica ferestrei glisante



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomet

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 9 of 37



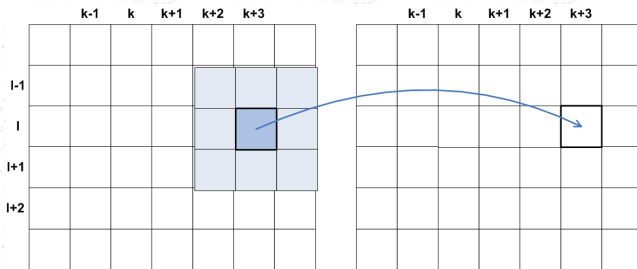
Full Screen

Search

Close

PI 2008

Tehnica ferestrei glisante



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 10 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Filtrele de netezire

Filtrele de netezire sunt echivalentele bidimensionale ale filtrelor trece-jos (FTJ)

Sunt folosite pentru eliminarea zgomotului de bandă largă

Informația conținută într-o imagine, în general, se regăsește în componentele de joasă frecvență, și deci este justificată o filtrare trece-jos pentru reducerea puterii zgomotului.

Zgomotul din imagine se presupune că este aditiv și pur aleator, adică se consideră următoarele ipoteze simplificatoare:



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 11 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

- $g(i, j) = f(i, j) + n(i, j)$ (zgomotul n este aditiv),
- n este un semnal staționar (comportamentul său statistic nu depinde de coordonatele i și j ale pixelului),
- $\bar{n} = 0$ (media zgomotului este zero),
- dacă zgomotul are dispersia σ_n , atunci:

$$\overline{n(i_1, j_1) \cdot n(i_2, j_2)} = \begin{cases} \sigma_n^2 & \text{pentru } i_1 = i_2 \text{ \& } j_1 = j_2 \\ 0 & \text{în rest} \end{cases}$$

(zgomotul este complet decorelat).



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 12 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Condiția de normare a coeficienților filtrelor de netezire

Componenta continuă a imaginii să nu fie alterată de filtru (filtrul să conserve luminozitatea medie a imaginii)

Fie o imagine având un singur nivel de gri, constant, notat cu μ , adică: $f(i, j) = \mu \quad \forall i, j$

Condiția de conservare a luminozității medii:

$$\mu = \sum_{(k,l) \in W} w_{kl} \cdot \mu$$

Condiția de normare a filtrului de netezire:



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 13 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

$$\sum_{(k,l) \in W} w_{kl} = 1$$

unde $w_{kl} \geq 0$.



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 14 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Filtrul de mediere

Filtrul de mediere este cel mai simplu filtru de netezire, pentru care *coeficienții măștii de filtrare sunt egali*

Pnetru un filtru cu o mască de filtrare de dimensiune $N \times N$, coeficienții filtrului au valoarea $\frac{1}{N^2}$.

$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 15 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$
$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$
$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$
$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$
$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$

$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$
$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$
$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$
$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$
$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$
$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$
$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$	$\frac{1}{49}$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 16 of 37

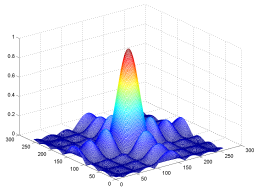
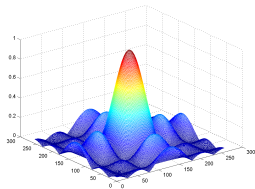
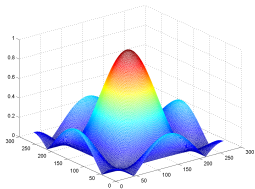


Full Screen

Search

Close

PI 2008



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 17 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008



- Filtrul de mediere nu este folosit în practică, deoarece afectează și semnalul util
- Filtrarea de mediere este deranjantă pentru imagine în acele zone în care imaginea conține frecvențe înalte (variații bruște), pentru că duce la apariția fenomenului de încețoșare¹.

¹(engl.) blurring.



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 18 of 37

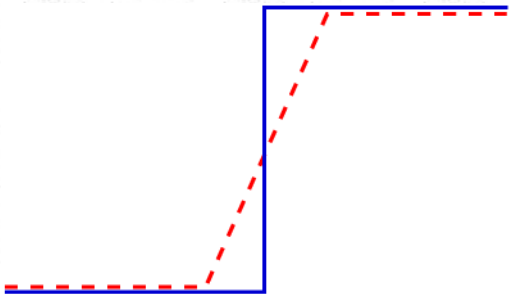


Full Screen

Search

Close

PI 2008



- Din punctul de vedere al zgomotului, pentru filtrare este utilă o mască de filtrare de dimensiune cât mai mare
- Din punctul de vedere al semnalului util, al imaginii, este util ca masca să fie cât mai mică.

În practică se realizează un compromis între cele două aspecte.



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 19 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Alte măști de filtrare

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{16} & \frac{2}{16} & \frac{1}{16} \\ \frac{2}{16} & \frac{4}{16} & \frac{2}{16} \\ \frac{1}{16} & \frac{2}{16} & \frac{1}{16} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \frac{1}{16} & \frac{2}{16} & \frac{1}{16} \\ \frac{2}{16} & \frac{4}{16} & \frac{2}{16} \\ \frac{1}{16} & \frac{2}{16} & \frac{1}{16} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{16} & \frac{1}{16} & \frac{1}{16} \\ \frac{1}{16} & \frac{1}{2} & \frac{1}{16} \\ \frac{1}{16} & \frac{1}{16} & \frac{1}{16} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{5} & 0 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & \frac{1}{5} \\ 0 & \frac{1}{5} & 0 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{8} & 0 \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{4} & \frac{1}{8} \\ 0 & \frac{1}{8} & 0 \end{pmatrix}$$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 20 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Filtrele trece-sus

Filtrele trece-sus urmăresc eliminarea componentelor de frecvență joasă din imagine

Sunt folosite în general pentru detectarea frontierelor sau contururilor din imagine, acolo unde au loc treceri sau variații bruște ale luminanței

Condiția de normare a coeficienților filtrelor trece-sus

Se impune condiția ca filtrul să rejeteze complet (sau să atenueze complet) componenta continuă a imaginii

Fie o imagine $f(i, j) = \mu \quad \forall i, j$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 21 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

La ieșirea filtrului trece-sus vom avea $g(i, j) = 0 \quad \forall i, j.$

$$0 = \sum_{(k,l) \in W} w_{kl} \cdot \mu$$

$$\sum_{(k,l) \in W} w_{kl} = 0$$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 22 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Filtrul de accentuare

Filtrul de accentuare urmărește îmbunătățirea percepției vizuale a conturilor obiectelor

Folosește filtrarea trece-sus, dar nu este un filtru trece-sus

În principiu, filtrul modifică valorile pixelilor situați de o parte și de alta a unei frontiere

Câteva măști de implementare a unei derivate secunde de tip Laplace:



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 23 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

$$\begin{pmatrix} 0 & -\frac{1}{4} & 0 \\ -\frac{1}{4} & 1 & -\frac{1}{4} \\ 0 & -\frac{1}{4} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{1}{4} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ -\frac{1}{2} & 1 & -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{4} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -\frac{1}{8} & -\frac{1}{8} & -\frac{1}{8} \\ -\frac{1}{8} & 1 & -\frac{1}{8} \\ -\frac{1}{8} & -\frac{1}{8} & -\frac{1}{8} \end{pmatrix}$$



Titlu

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 24 of 37

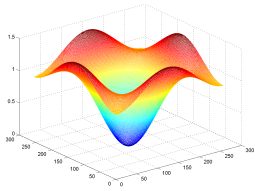
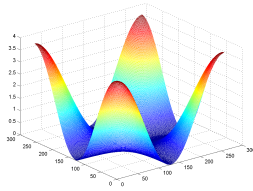
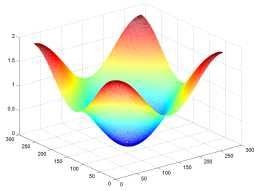


Full Screen

Search

Close

PI 2008



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 25 of 37



Full Screen

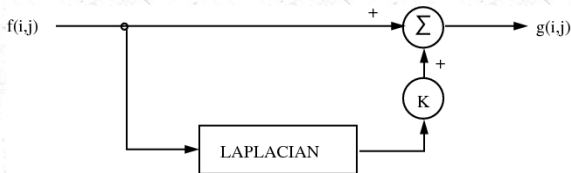
Search

Close

PI 2008



Schema de implementare a filtrului de accentuare



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a im...

Filtrarea neliniară a i...

Page 26 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

4 Filtrarea neliniară a imaginilor

Filtrele neliniare nu respectă principiul liniarității sau al superpoziției

Filtrele de ordine

Filtrele de ordine sunt tot operatori locali (de vecinătate)

Sunt definite de o fereastră, care selectează din imagine un număr de pixeli vecini pixelului curent, care apoi sunt ordonați crescător



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 27 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Fie următorii pixeli vecini pixelului curent selectați de către fereastra de filtrare:

$$\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

După ce aceste valori au fost ordonate crescător, vom avea:

$$\{x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(n)}\}$$

$$x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(n)}$$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 28 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

leșirea filtrului de ordine de ordin k , pentru $k \in [1; n]$ întreg, este statistica de ordinul k , cu alte cuvinte, elementul de pe poziția k din șirul ordonat

$$\text{rank}_k\{x_1, x_2, \dots, x_n\} = x_{(k)}$$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 29 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Filtrul median

Filtrul median este un filtru de ordine a cărui ieșire este statistica de ordin central (elementul aflat pe poziția de mijloc a șirului ordonat)

$$\text{median}\{x_1, x_2, \dots, x_n\} = \begin{cases} x_{(\frac{n+1}{2})} & n \text{ impar,} \\ \frac{1}{2}x_{(\frac{n}{2})} + \frac{1}{2}x_{(\frac{n}{2}+1)} & n \text{ par.} \end{cases}$$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 30 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

		k-1	k	k+1	k+2	k+3	
		10	10	20	20	30	30
I-1	10	10	10	20	30	30	30
I	10	20	30	255	20	20	30
I+1	10	0	20	30	30	30	30
I+2	10	10	10	20	0	30	30
	10	10	20	20	30	30	30



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 31 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

		k-1	k	k+1	k+2	k+3		
		10	10	20	20	20	30	30
I-1		10	10	10	20	30	30	30
I		10	20	30	255	20	20	30
I+1		10	0	20	30	30	30	30
I+2		10	10	10	20	0	30	30
		10	10	20	20	30	30	30

$\{10, 20, 30, 30, 255, 20, 20, 30, 30\}$

$\{10, 20, 20, 20, 30, 30, 30, 30, 255\}$

Răspunsul filtrului: 30

{10, 20, 30, 30, 255, 20, 20, 30, 30}



{10, 20, 20, 20, 30, 30, 30, 30, 255}



Răspunsul filtrului: 30



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 32 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Filtrul median este potrivit pentru eliminarea zgomotului de tip "sare și piper" (după ordonarea valorilor pixelilor, valorile zgomotului (adică 0 sau 255) se vor situa pe primele, respectiv ultimele poziții în mulțime, și deci, la ieșirea filtrului, vom avea o valoare diferită de valorile zgomotului



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a ...

Page 33 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Filtrul de minim

Filtrul de minim este un filtru de ordine a cărui ieșire este statistica de ordinul 1, adică valoarea $x_{(1)}$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 34 of 37

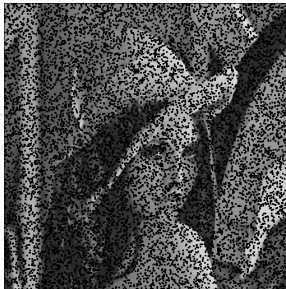


Full Screen

Search

Close

PI 2008



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 35 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008

Filtrul de maxim

Filtrul de maxim este un filtru de ordine a cărui ieșire este statistica de ordinul n , adică valoarea $x_{(n)}$



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 36 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008



Titlul

Prelucrări de vecinătate

Tipuri de zgomot

Filtrarea liniară a ima...

Filtrarea neliniară a...

Page 37 of 37



Full Screen

Search

Close

PI 2008