

# Digital Image Processing

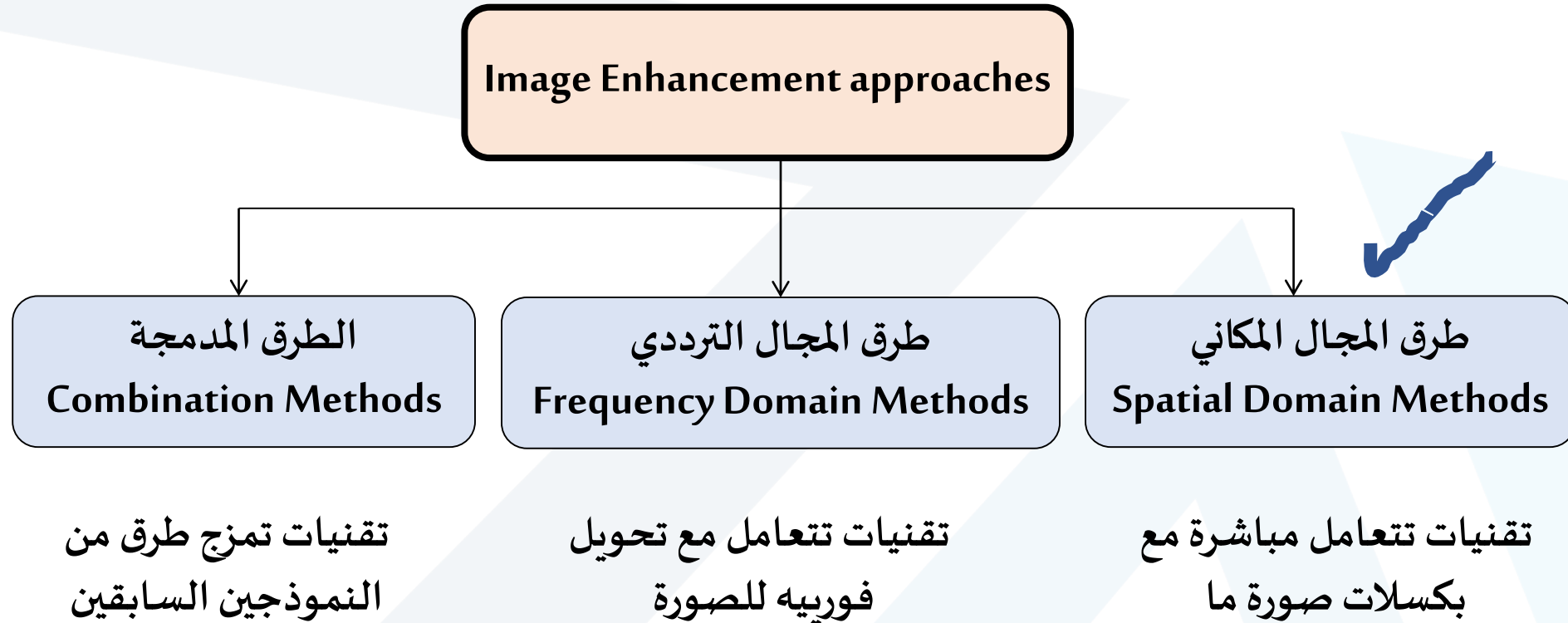
المحاضرة الثامنة

**Image Enhancement**

**Spatial Domain Methods**

العمليات على مستوى القناع أو جيران البكسل  
باستخدام المرشحات المكانية

د. عيسى الغنام د. إياد حاتم  
2023 الفصل الصيفي



# تحسين الصورة في المجال المكاني

مفهوم ترشيح الصورة بالاعتماد على النوافذ المحلية  
جيران البكسل التي تستخدم عادة في إزالة التشويش  
أو للكشف عن الحواف وإظهارها.

## Spatial Domain Methods

العمليات على هيستوغرام الصورة

مستوى البكسل  
Pixel Level

مستوى القناع جيران البكسل  
Mask Level

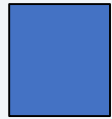
العمليات على البكسلات

باستخدام هيستوغرام الصورة

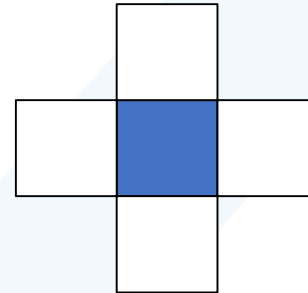
معالجة الرسم البياني (الهيستوغرام)

Histogram Processing مساواة

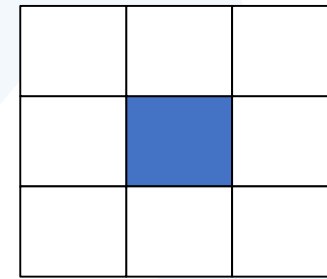
الهيستوغرام



$$N_0(x, y)$$

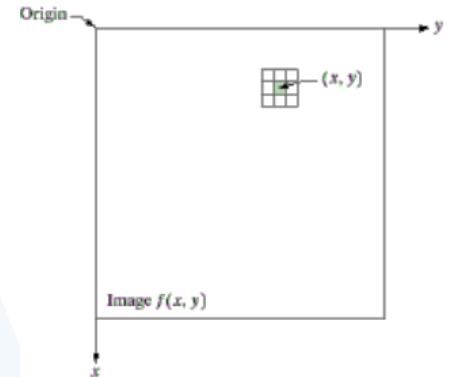


$$N_4(x, y)$$



$$N_8(x, y)$$

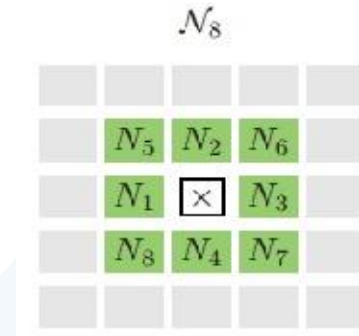
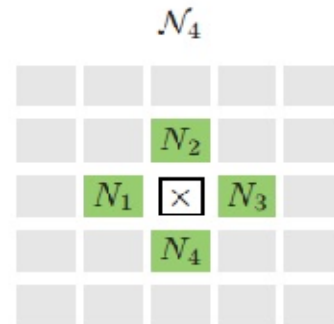
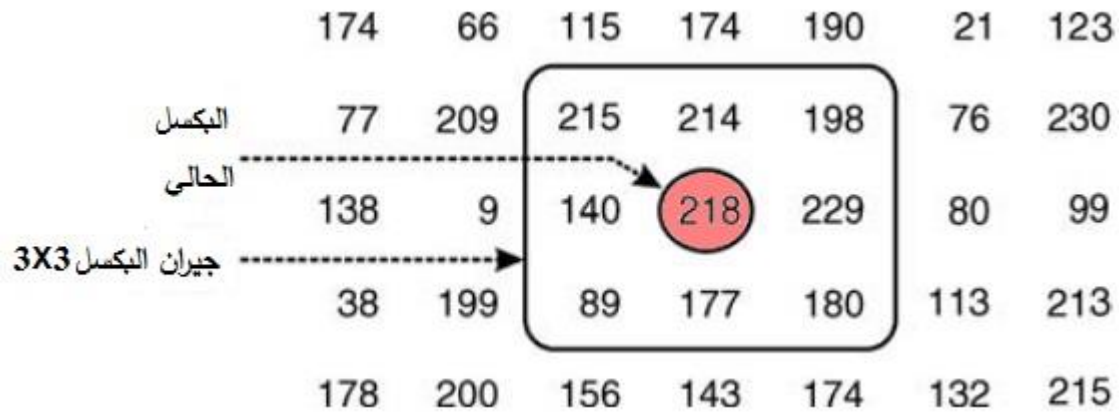
تحسين الصورة باستخدام المرشحات المكانية



# تعريف

□ جيران البكسل: البكسلات المحيطة به (أصغر مصفوفة يقع هذا البكسل في مركزها)

□ نافذة جيران البكسل (النافذة المحلية): هي مصفوفة مربعة ذات أبعاد فردية (قد تكون مستطيلة أو دائرية)



فإذا كانت إحداثيات البكسل المرجعي هي  $u, v$  فعندها تتراوح إحداثيات جوار هذا البكسل ضمن المجال  $u, v \pm k$

# التصنيف العام للمرشحات

- تُطبق عمليات الترشيح على كامل الصورة وفق مبدأ النافذة المنزلقة:
- تسمى النافذة المنزلقة بـ mask أو kernels أو window أو filter.
- تتم معالجة كل بكسل في الصورة بالاعتماد على عملية بكسلات هذه النافذة و تستخدم جيران هذا البكسل في الصورة الأصلية.
- تصنف عموماً (تبعاً للخصائص الرياضية لتابع المرشح) إلى مرشحات خطية وغير خطية .



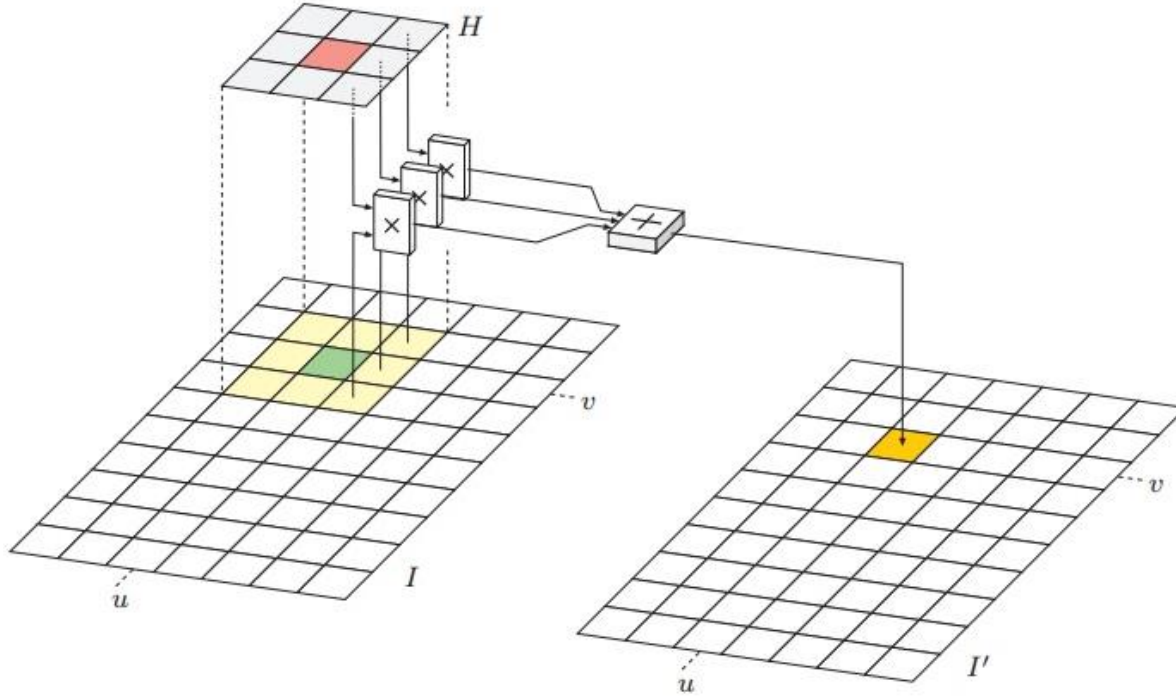
خطية  
Linear

غير خطية  
nonlinear

□ معظم الأقنعة الشائعة هي مصفوفات متناظرة حول مركزها

# المرشحات الخطية

- المرشح الخطي هو الذي تعطى فيه القيم الجديدة للبكسلات عن طريق جمع خطي لقيم البكسل مع جيرانه
- تحدد عمليات الجمع الخطي لجيران البكسل عن طريق نواة المرشح أو ما يدعى بالقناع



عندما تستخدم المرشحات الخطية في عمليات تنعيم الصورة أو إزالة التشويش فإنها لا تستهدف هذا التشويش فقط وإنما تقوم بتنعيم كلّ محتويات الصورة بما فيها النقاط - والخطوط والحواف مما يسبب انخفاضاً في جودة الصورة وتعدّ هذه من أهم سيئات المرشحات الخطية التي لا يمكن تجاوزها ولهذا يتم عادة استبعاد المرشحات الخطية

# التعامل مع حدود الصورة

□ هناك عدّة طرق للتعامل مع حدود الصورة:

✓ تجاهل حدود الصورة

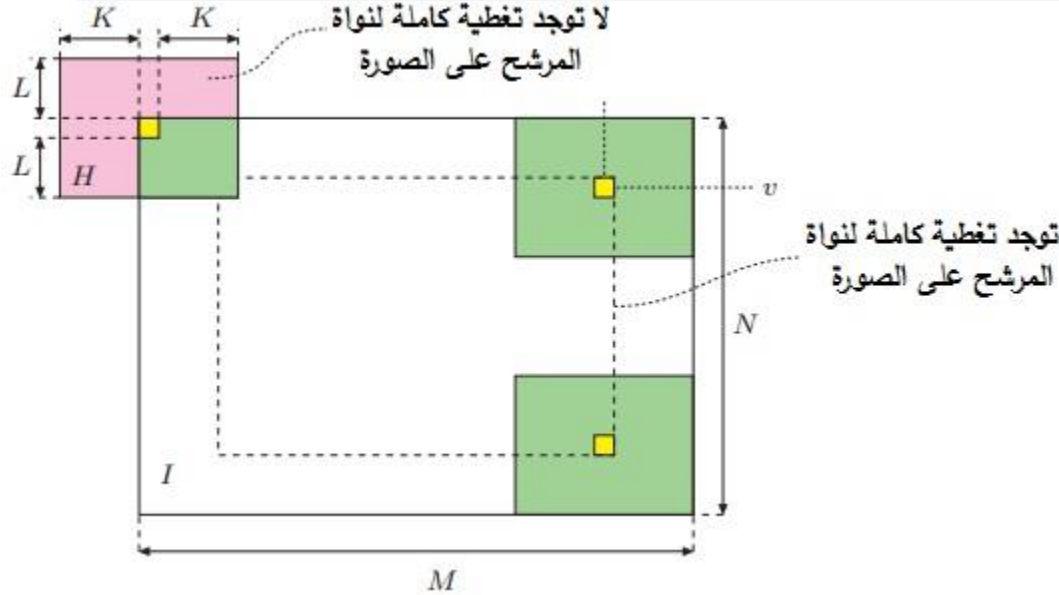
■ الحفاظ على قيم البكسلات

■ استبدال قيم البكسلات بقيمة ثابتة

✓ إضافة حدود صفيرية إضافية للصورة الأصلية

✓ تكرار حدود الصورة الأصلية

✓ التعامل مع حدود صورة الدخل على أنها تابع دوري ثنائي الأبعاد يكرر قيمه في كلّ من الاتجاهين العمودي والأفقي



# التشويش

- تنتج الكاميرات وقنوات بثّ الصور في بعض الأحيان أنواعاً معيّنة من التشويش والتي تتواجد على شكل بكسلات عشوائية ومعزولة تكون قيمة السويات الرمادية فيها خارج نطاق السويات الرمادية أي إن قيمتها قد تكون أكبر بكثير أو أصغر بكثير من قيم السويات الرمادية لجيرانها ويدعى هذا التشويش بتشويش "الملح والفلفل" . salt and pepper
- يعدّ التحدي الأكبر لإزالة التشويش هو التمييز بينها وبين التفاصيل الصغيرة في الصورة كالحواف أو الخطوط أو بعض الملامح الأخرى.
- التشويش الغاوسي (Gaussian noise) أو الطبيعي هو ضوضاء أو تشويش له دالة كثافة احتمالية مساوية لدالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع الطبيعي.

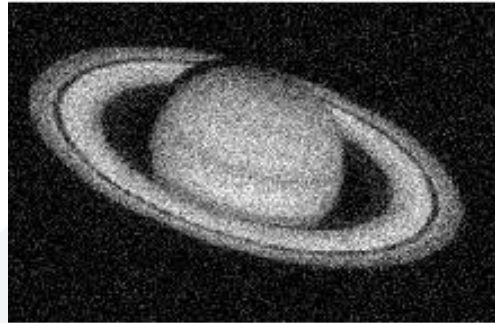


# التشويش

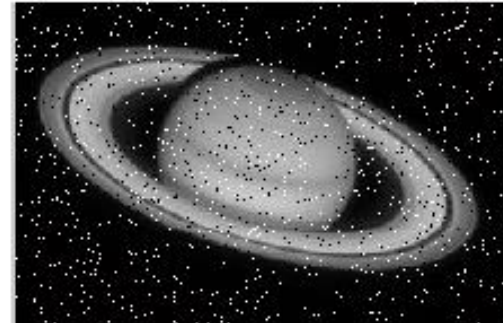
ولمقارنة وتحديد كفاءة المرشحات المختلفة نحتاج أولاً لإضافة التشويش إلى صور ومن ثم اختبار قدرة المرشحات على استعادة الصورة الأصلية.

## Matlab code

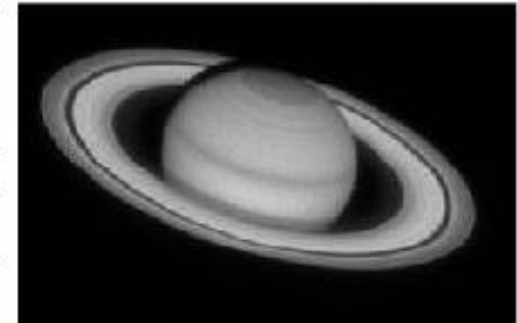
```
a=imread('saturn.jpg');  
figure, imshow(a)  
asp=imnoise(a, 'salt & pepper',0.05);  
figure, imshow(asp)  
ag=imnoise(a,'gaussian',0.02);
```



إضافة تشويش غاوص



إضافة تشويش الملح والفلفل



الصورة الأصلية

□ أبسط مرشح خطي على الإطلاق

$$I'(u,v) = (P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8) / 9$$

$$I'(u,v) = \frac{1}{9} \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} I(u+i, v+j) \quad \rightarrow \quad H(i,j) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H(i,j) = \frac{1}{MN} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

- ويؤدي زيادة حجم المرشح إلى التقليل من تأثير تشويش غاوص ولكن على حساب جودة الصورة لأنه يقل تأثير قيمة البكسل الأصلي عن القيمة الجديدة له مقارنة بتأثير عدد أكبر من بكسلات الجوار في هذه القيمة .

- تضمن نسبة التقسيم  $1/NM$  بقاء مجموع أوازن القناة مساو للواحد.

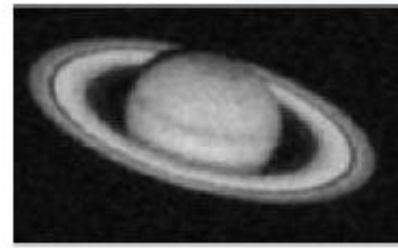
تأثير حجم المرشح في  
التخلص من التشويش



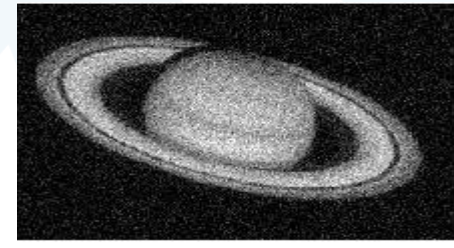
قناع مرشح 21X21



قناع مرشح 9X9



قناع مرشح 5X5



إضافة تشويش غاوص

# مثال

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

1	1	1
1	1	1
1	1	1

$f(x, y)$

0	0	0	0	0	0	0	..
0	0	0	0	0	0	0	..
0	0	0	0	0	0	0	..
0	0	0	9	9	9	9	..
0	0	0	9	9	9	9	..
0	0	0	9	9	9	9	..
0	0	0	9	9	9	9	..
0	0	0	9	9	9	9	..
:	:	:	:	:	:	:	..

$g(x, y) = w(x, y) \otimes f(x, y)$


$f(x, y)$

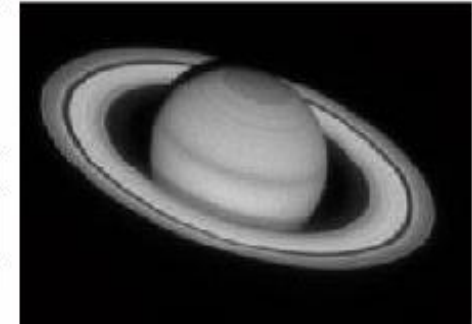
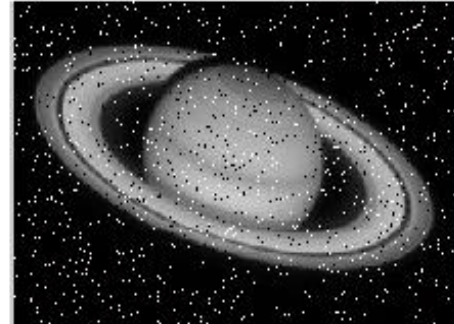
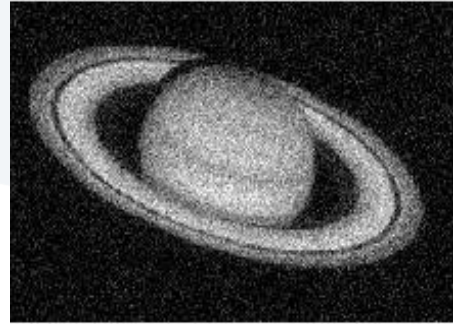
0	0	0	0	0	0	0	..
0	0	0	0	0	0	0	..
0	0	0	0	0	0	0	..
0	0	0	9	9	9	9	..
0	0	0	9	9	9	9	..
0	0	0	9	9	9	9	..
0	0	0	9	9	9	9	..
0	0	0	9	9	9	9	..
:	:	:	:	:	:	:	..

$g(x, y) = w(x, y) \otimes f(x, y)$

0	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	3	3		
0	2	4	6	6	6		
0	3	6	9	9	9		
0	3	6	9	9	9		
0	3	6	9	9	9		
0							

## Matlab code

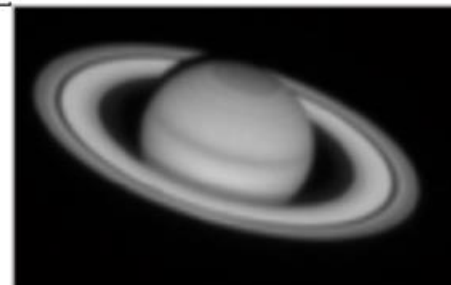
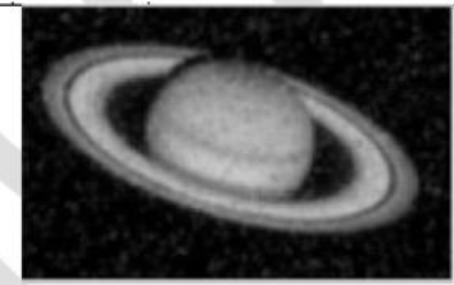
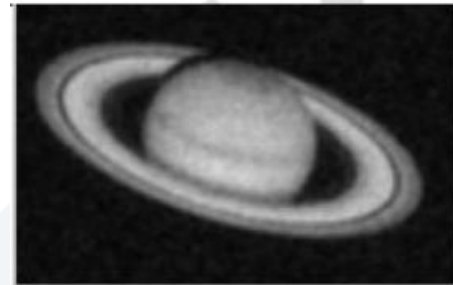
```
a=imread('saturn.jpg');  
b=imread('nsp saturn.jpg');  
c=imread('ngs saturn.jpg');  
k=ones(5)/25;  
af=imfilter(a, k);  
figure, imshow(af)  
bf=imfilter(b, k);  
figure, imshow(bf)  
cf=imfilter(c, k);  
figure, imshow(cf)
```



إضافة تشويش غاوص

إضافة تشويش الملح والفلفل

الصورة الأصلية



□ مرشح يأخذ بالحسبان مقدار قرب البكسل الجار من البكسل الأصلي ويعطي للبكسل الأصلي قيمة أكبر من جيرانه ليكون له وللجيران الأقرب نسب أكبر من المشاركة مقارنة مع البكسلات البعيدة

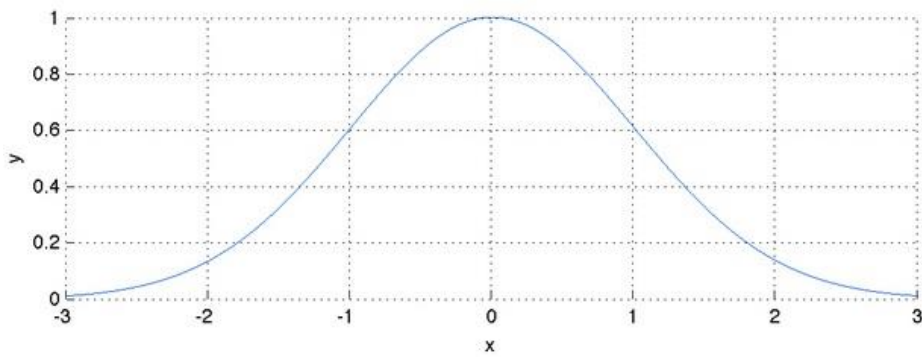
$$\frac{1}{16} \times$$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

# المرشحات المستخدمة للتقليل من التشويش

## Gaussian Filter مرشح غاوص

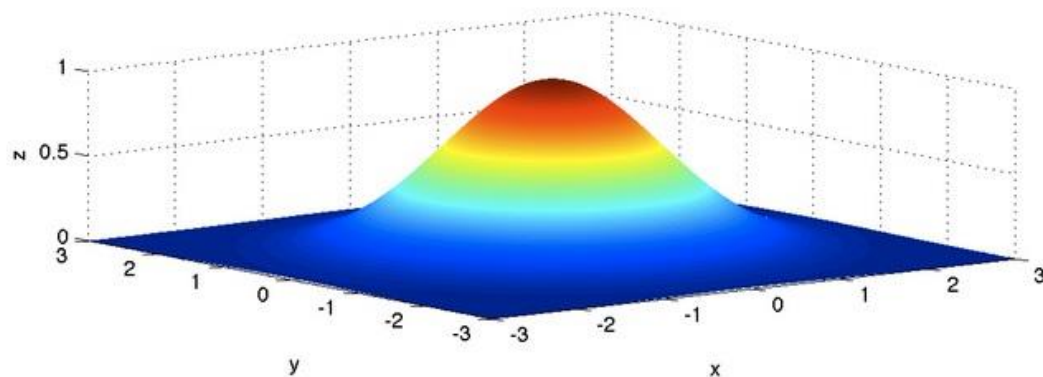
- يمثل مرشح قيمة متوسطة مثقل يزداد وزن البكسل فيه كلما اقتربنا من البكسل المركزي
- يستخدم في إزالة التشويش وتنعيم الصور ويستخدم قناعاً يمثل شكل توزيع غاوص



$$H(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

يمثل  $\sigma$  الانحراف المعياري لتوزيع غاوص

- توزيع غاوص ثنائي البعد



$$H(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$



# المرشحات المستخدمة للتقليل من التشويش

## Gaussian Filter مرشح غاوص

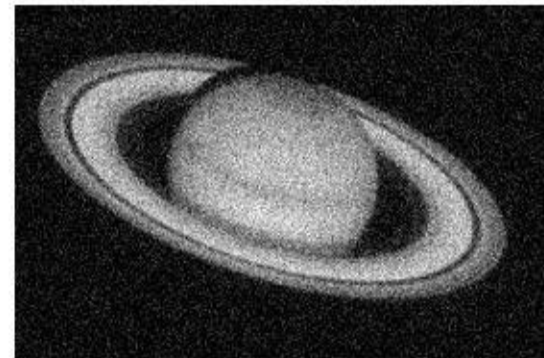
- يقوم مرشح غاوص بتنعيم الصورة وإزالة التشويش مثله مثل مرشح القيمة المتوسطة ولكن يختلف عنه بأنه يستخدم مرشح غاوصي أوقناعا له شكل توزيع غاوص
- تحدد درجة التنعيم للصورة عن طريق تغيير قيمة الانحراف المعياري

### Matlab code

```
a=imread('ngsaturn.jpg');  
figure, imshow(a)  
k=fspecial('gaussian',[5 5],2);  
af=imfilter(a, k, 'conv');
```



الصورة بعد تطبيق مرشح غاوص



صورة تحتوي على تشويش غاوص

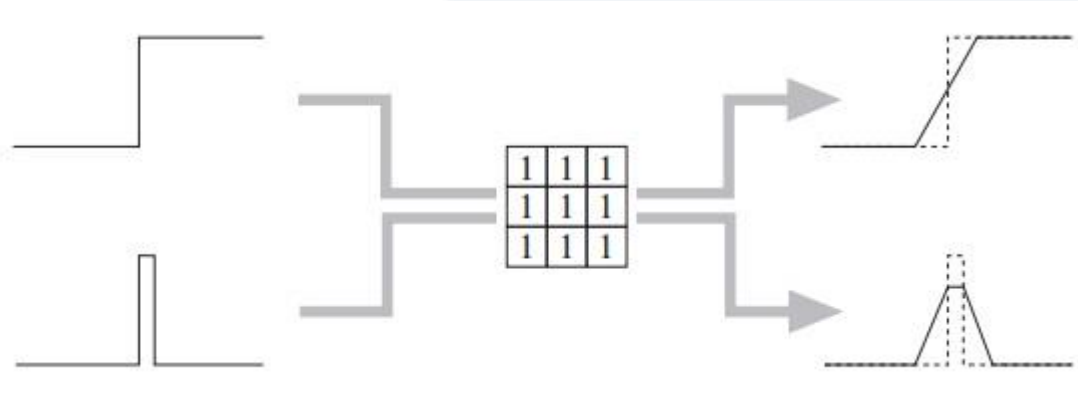
- يقوم برنامج الماتلاب بتوليد المصفوفة الخاصة بقناع مرشح غاوص باستخدام التعليمة fspecial

- يقوم مرشح غاوص بتنعيم الصورة على نحو مشابه لمرشح القيمة المتوسطة. ويتمّ تحديد درجة التنعيم للصورة عن طريق تغيير قيمة الانحرف المعياري؛
- إذ تؤدي زيادة الانحراف المعياري لتوزع غاوص إلى زيادة درجة التنعيم في الصورة.
- ويعدّ مرشح غاوص مرشح قيمة متوسطة مقل يزداد وزن البكسل فيه كلما اقترّب من البكسل المركزي.
- لذلك ينتج عنه تنعيم سلس وحفاظ على تفاصيل الصورة على نحو أفضل من مرشح القيمة المتوسطة ويستخدم لهذا كخطوة أولى في خوارزميات الكشف عن الحواف) مثل كاشف الحواف كاني
- يستخدم مرشح غاوص عادةً كمرشح ترددات منخفضة إلا أنه يمكن تطبيقه بشكل مباشر على الصورة وذلك عن طريق توليد قناع تمثل أوزانه القيم التقريبية لتوزع غاوص.



# المرشحات غير الخطية

□ من سيئات المرشحات الخطية أنها تقوم بتنعيم كل محتويات وتفصيل الصورة بما فيها النقاط والخطوط والحواف



□ بعض المرشحات غير الخطية التي تستخدم في التخلص من التشويش

✓ مرشحات القيمة العظمى والصغرى Max and Min Filters

✓ مرشح الوسيط الهندسي Median filter

✓ مرشح الوسيط الهندسي المثلث Weighted median filter

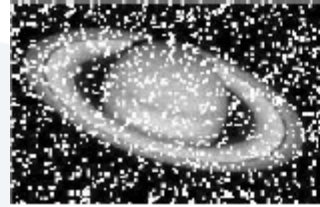
تُحسب قيمة البكسل  $I'(u, v)$  في المرشحات غير الخطية كما في المرشحات الخطية عن طريق نوافذ منزلة على الصورة الأصلية. ويعرف المرشح بأنه غير خطي إذا نتجت القيمة الجديدة للبكسل عن جمع قيم البكسلات وفق توابع غير خطية. ويعدّ كلّ من مرشحي القيمة العظمى والصغرى أبسط أنواع المرشحات غير الخطية وهما يعطيان وفق المعادلتين الآتيتين

$$I'(u, v) = \min\{I(u + i, v + j) \mid (i, j) \in R\}$$
$$I'(u, v) = \max\{I(u + i, v + j) \mid (i, j) \in R\}$$

تشير  $R$  إلى النافذة المنزلقة للمرشح وغالباً ما تكون مصفوفة مربعة حجمها  $3 \times 3$

## Matlab code

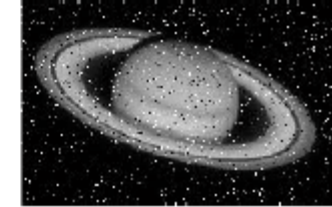
```
a=imread('nsp saturn.jpg');
figure, imshow(a)
amin=uint8(colfilt(a,[3 3],'sliding', @min));
figure, imshow(amin)
amax=uint8(colfilt(a,[3 3],'sliding', @max));
figure, imshow(amax)
```



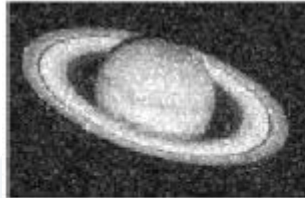
مرشح القيمة القصوى



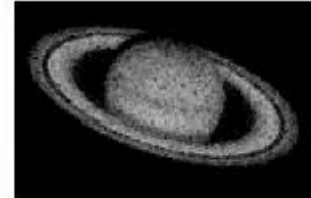
مرشح القيمة الصغرى



صورة ذات تشويش الملح والفلفل



مرشح القيمة القصوى



مرشح القيمة الصغرى

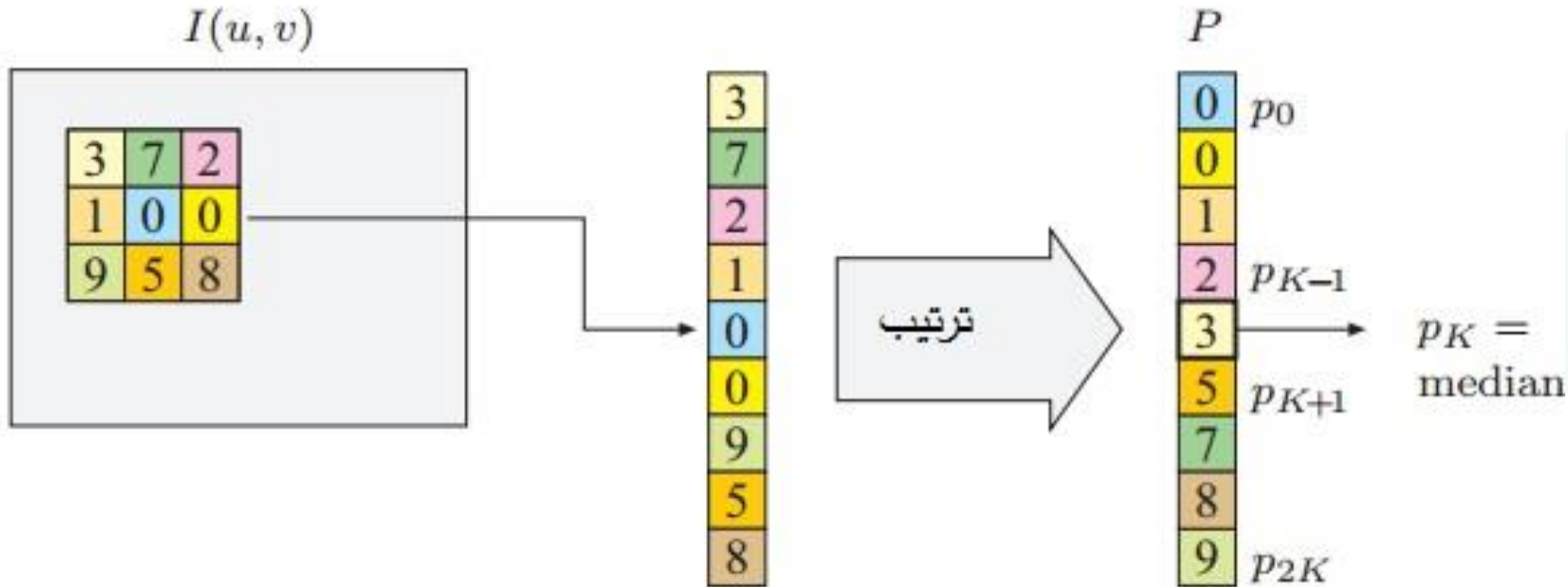


صورة ذات تشويش غاوسي

- مرشح القيمة الصغرى قد استطاع التخلص من النقاط البيضاء - في الصورة "الملح" لأنه سيتم استبدال أيّ بكسل أبيض وحيد في الصورة بقيمة بكسل آخر من جواره تكون قيمته أصغر ولكن هذا المرشح قد زاد في الوقت نفسه من النقاط السوداء في الصورة "الفلفل".
- ويظهر مرشح القيمة القصوى التأثير المعاكس لسابقه فوجود أيّ بكسل أبيض وحيد في نافذة المرشح سيعطي قيمته للبكسل وبالاتي سيزيد من تشويش الملح أما النقط السوداء في الصورة فستختفي تماماً.

# المرشحات غير الخطية مرشح الوسيط الهندسي

$$I'(u, v) = \text{median}\{I(u + i, v + j) \mid (i, j) \in R\}$$

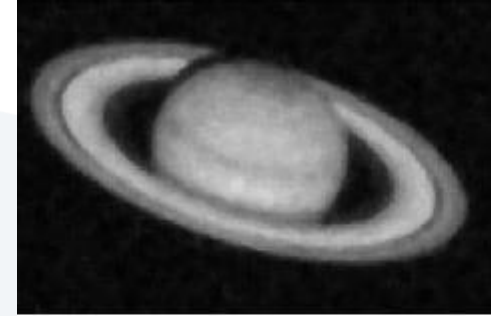


- إن الهدف الرئيس من المرشحات هو التخلص من التشويش مع إبقاء كل تفاصيل الصورة ولكن هذا السبب صعب التحقق لأن المرشحات لا تستطيع تمييز بين محتويات الصورة المهمة وغير المهمة.
- ويعدّ مرشح الوسيط الهندسي من أكثر المرشحات شعبية في مجال التخلص من التشويش.
- عند تطبيق مرشح الوسيط الحسابي يتم استبدال كل بكسل في الصورة بقيمة الوسيط الهندسي لنافذة المرشح  $R$  وفق المعادلة الآتية:

# مرشح الوسيط الهندسي مثال

```
a=imread('ngsaturn.jpg');  
figure, imshow(a)  
af=medfilt2(a,[7 7]);  
figure, imshow(af)
```

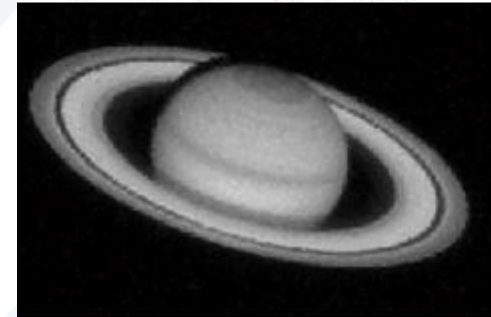
- أن مرشح الوسيط الهندسي قد استطاع التغلب على - بقية المرشحات السابقة في الحفاظ على تفاصيل الصورة مع القضاء على التشويش
- وخصوصاً عندما تكون بكسلات التشويش معزولة وذات قيمة مرتفعة جداً أو منخفضة جداً (كتشويش الملح والفلفل) أما في حالة تشويش غاوص فقد استطاع هذا المرشح إزالة التشويش ولكن على حساب التقليل من جودة الصورة.



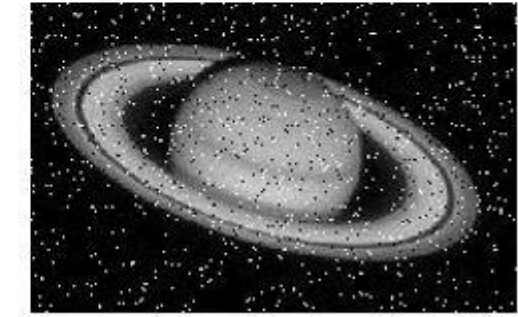
تطبيق مرشح الوسيط الهندسي



صورة ذات تشويش غاوصي

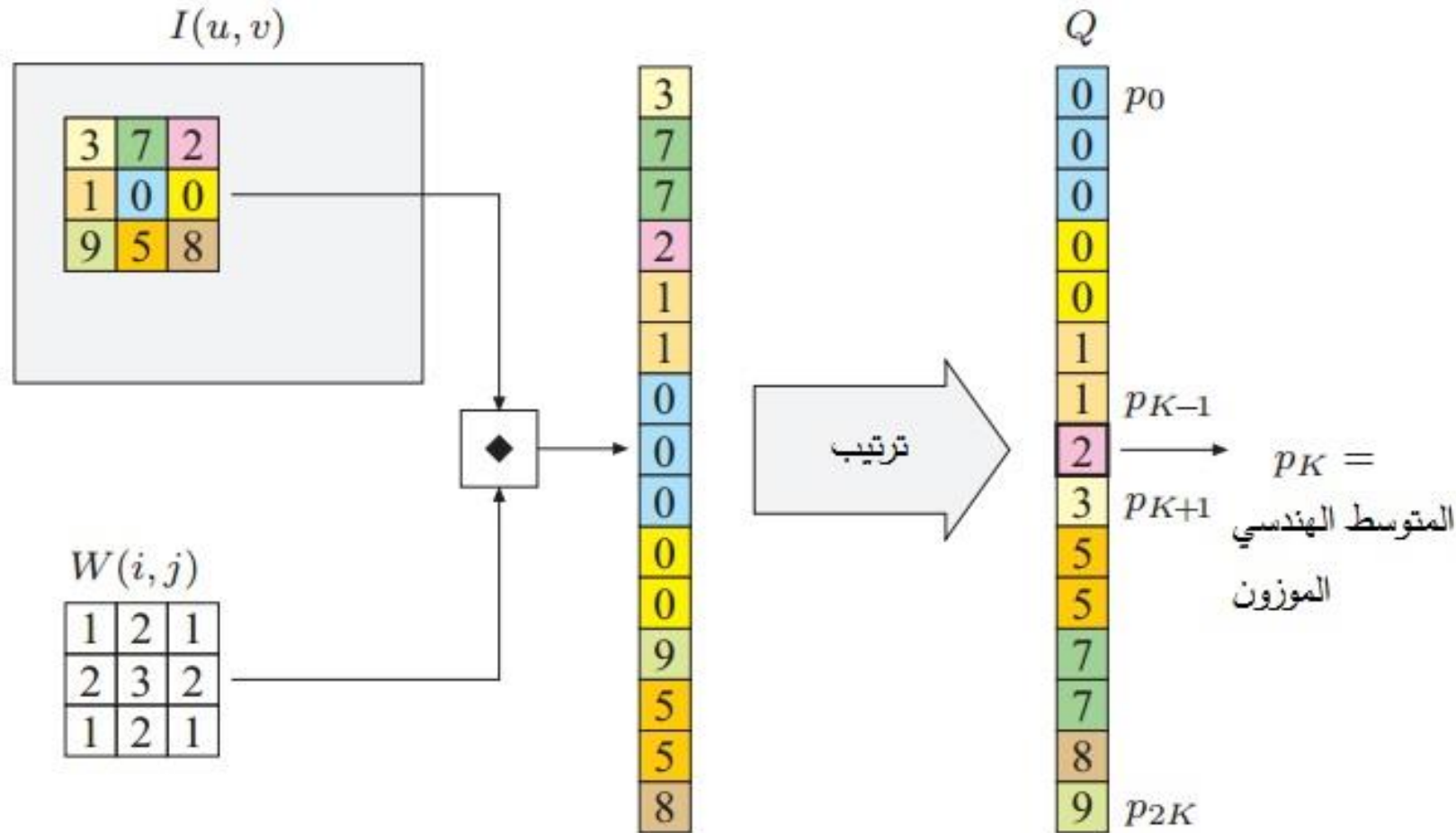


تطبيق مرشح الوسيط الهندسي



صورة ذات تشويش الملح والفلفل

# المرشحات غير الخطية مرشح الوسيط الهندسي المثقل



- تستدعي هذه المصفوفة توسعة شعاع البكسل ذي الطول 9 عناصر ليصبح طوله 15 عنصر والذي يساوي مجموع عناصر مصفوفة الأوزان  $W$ .
- يحدد مرشح الوسيط الهندسي المثقل أوزاناً منفصلة لكل موقع في نافذة المرشح والتي تفسر على أنها عدد الأصوات المخصصة لهذا الموقع.



# مرشح الوسيط الهندسي المثقل مثال

```
a=imread('ngsaturn.jpg');  
figure, imshow(a)  
af=ordfilt2(a,5,ones(5));
```



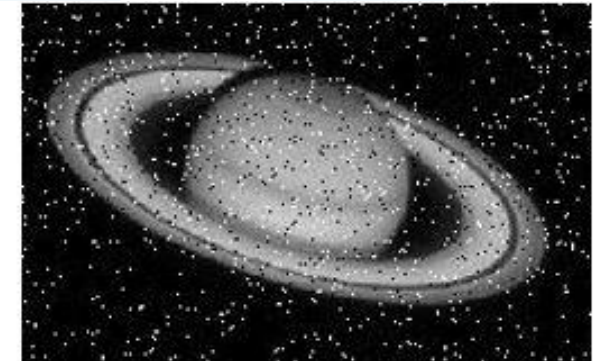
تطبيق مرشح الوسيط الهندسي



صورة تحتوي على تشويش غاوص



تطبيق مرشح الوسيط الهندسي



صورة تحتوي على تشويش الملح والفلفل

# نهاية المحاضرة