

الف) دو نوع از فیلترهای معروف برای شناسایی خطوط افقی و عمودی، فیلتر سوبل و فیلتر لاپلاس هستند.

## فیلتر سوبل:

مزایا:

قابلیت شناسایی خطوط افقی و عمودی در تصاویر.

سرعت اجرای قابل قبول.

معایب:

حساسیت به نویز.

تمایل به ایجاد حاشیه‌های ناخواسته در تصویر.

## فیلترهای Sobel

فیلتر سوبل از جمله فیلترهای تشخیص لبه می‌باشند. در فیلتر سوبل دو ماسک به صورت زیر وجود دارد:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

ماسک سوبل افقی

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ماسک سوبل عمودی

## فیلتر لاپلاس:

مزایا:

قابلیت شناسایی لبه‌ها و نقاط بروز شدید در تصاویر.

قابلیت تشخیص لبه‌های نازک.

معایب:

افزایش نویز در تصویر.

امکان ایجاد لبه‌های تکراری یا نادرست.

## فیلتر لاپلاس (Laplace Filter)

- فیلتر لاپلاس یک فیلتر خطی است با ماتریس ماسک ۳ در ۳ است.

- ماتریس ماسک در این فیلتر از اپراتور لاپلاس اقتباس می‌شود

$$\Delta f(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

- مولفه‌های ماتریس ماسک ضرایب تقریب عددی اپراتور لاپلاس می‌باشد.

- با توجه به این که تقریب عددی به صورت‌های متفاوتی انجام می‌شود، لذا ماتریس‌های ماسک متفاوتی نیز وجود دارد.

- یک فرم کلی برای ماتریس‌های ماسک لاپلاسی به صورت زیر است:

$\frac{\alpha}{1+\alpha}$	$\frac{1-\alpha}{1+\alpha}$	$\frac{\alpha}{1+\alpha}$
$\frac{1-\alpha}{1+\alpha}$	$\frac{-4}{1+\alpha}$	$\frac{1-\alpha}{1+\alpha}$
$\frac{\alpha}{1+\alpha}$	$\frac{1-\alpha}{1+\alpha}$	$\frac{\alpha}{1+\alpha}$

به طوری که  $\alpha$  عددی بین 0 و 1 انتخاب می‌شود

ب) دو نوع فیلتر دیگر عبارتند از:

### فیلتر میانگین:

کاربرد: استفاده برای حذف نویز در تصاویر و همچنین افزایش شارپنس تصویر.

مزایا: کاهش نویز تصویر.

معایب: کاهش وضوح تصویر و ایجاد افت کیفیت در تصویر.

### فیلتر میانگین (Average or Mean Filter)

فیلتر میانگین، ابتدا یک همسایگی حول پیکسل در نظر گرفته می‌شود و سپس میانگین شدت پیکسل‌های موجود در آن همسایگی، به عنوان مقدار جدید آن پیکسل در نظر گرفته می‌شود. معمولاً همسایگی حول پیکسل به صورت مربعی در نظر گرفته می‌شود که این مربع در هر وجه خود  $2k + 1$  پیکسل دارد.

اگر  $I$  تصویر اولیه باشد که شدت پیکسل  $(x, y)$  آن برابر  $I(x, y)$  باشد، آن‌گاه یک فیلتر میانگین با همسایگی  $(2k + 1) \times (2k + 1)$  شدت پیکسل  $(x, y)$  را از  $I(x, y)$  به  $J(x, y)$  تغییر می‌دهد که

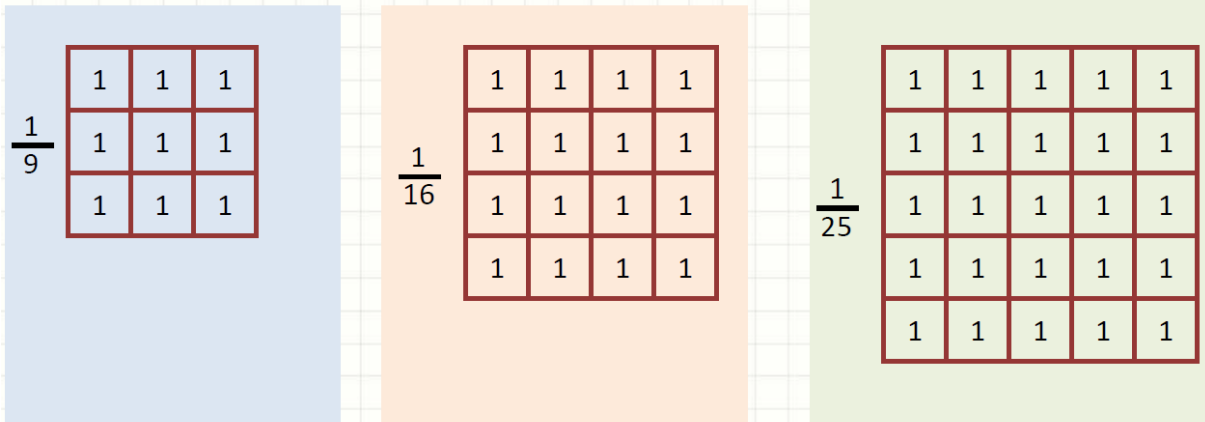
$$J(x, y) = \sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k \frac{1}{(2k + 1)^2} I(x + i, y + j)$$

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، فیلتر میانگین یک **فیلتر خطی** می‌باشد و ماتریس ماسک آن یک ماتریس  $(2k + 1) \times (2k + 1)$  است که تمامی مولفه‌های به صورت

$$w_{i,j} = \frac{1}{(2k+1)^2} \text{ است.}$$

## فیلتر میانگین (Average or Mean Filter)

فیلتر میانگین یک فیلتر خطی است که ماتریس ماسک آن در ابعاد ۳، ۴ و ۵ به صورت زیر است.



در فیلتر میانگین با همسایگی  $(2k + 1) \times (2k + 1)$  تایی نیاز به لایه گذاری  $k$  تایی داریم.

### فیلتر گوسی:

کاربرد: استفاده برای حذف نویز در تصاویر و همچنین افزایش شارپنس تصویر.

مزایا: حذف نویز با حفظ وضوح تصویر بهتر از فیلتر میانگین.

معایب: افزایش زمان پردازش نسبت به فیلتر میانگین.

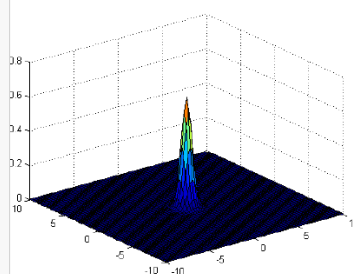
فیلتر گوسی یک نوع فیلتر میانگین وزندار می باشد که مولفه های ماتریس ماسک آن از تابع گوس اقتباس میگردد. در ماسک فیلتر گوسی، بیشترین ارزش به پیکسل اصلی (مرکزی) داده می شود و پیکسل های همسایه وزنی متناسب با فاصله شان تا پیکسل مرکزی به خود اختصاص میدهند. هرچه فاصله دورتر می شود مقدار وزن نیز کوچک تر می شود. این نکته ای است که باعث می شود لبه ها و مرزها بهتر حفظ گردد.

## تابع گوسی (Gaussian Function)

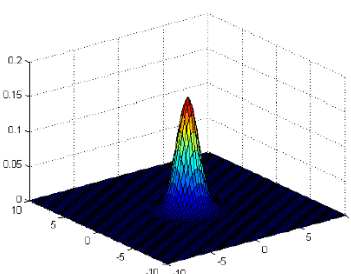
تابع گوسی دو متغیره به صورت زیر می باشد

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

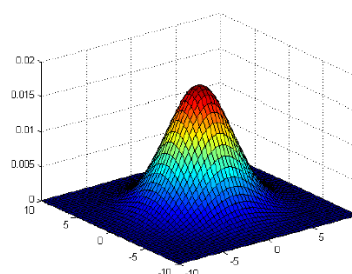
که  $\sigma$  یک عدد حقیقی مثبت است. این تابع یک تابع پیوسته می باشد و در همه جا مثبت است. تابع گوسی ماکزیمم خود را در  $(0,0)$  اختیار می کند و در بی نهایت به صفر میل می کند. هر چه مقدار  $\sigma$  بزرگ تر باشد، آن گاه تابع با سرعت کمتری به صفر میل می کند.



$\sigma = 0.5$



$\sigma = 1$



$\sigma = 3$

## ماتریس ماسک در فیلتر گوسی

فیلتر گوسی از تابع گوسی ساخته می شود. تابع گوسی یک تابع پیوسته است، اما فیلتر ماهیتی گسسته دارد. لذا یک **تقریب گسسته** از تابع گوسی مورد استفاده قرار می گیرد. **رویکردهای** متفاوتی برای ساخت این تقریب گسسته در نظر گرفته می شود که ماهیتا با یک دیگر معادلند.

در فیلتر گوسی ماتریس ماسک  $(2k+1) \times (2k+1)$  تایی به صورت زیر است.

$$\frac{1}{S} \begin{bmatrix} G(-k, -k) & \cdots & G(-k, 0) & \cdots & G(-k, +k) \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ G(0, -k) & \cdots & G(0, 0) & \cdots & G(0, +k) \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ G(+k, -k) & \cdots & G(+k, 0) & \cdots & G(+k, +k) \end{bmatrix}$$

به طوری که  $S$  عددی است که باعث می شود که مجموع مولفه های ماتریس ماسک  $H$  برابر یک گردد. یعنی  $S = \sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k G(i, j)$ .

ج) برای اعمال فیلترهای مذکور روی تصویر خاکستری، ابتدا تصویر را به فضای خاکستری تبدیل می‌کنیم و سپس هر فیلتر را به تصویر ورودی اعمال می‌کنیم. سپس تصاویر خروجی را بررسی می‌کنیم:

اعمال فیلتر سوبل و لاپلاس به تصویر می‌تواند لبه‌های تصویر را به خوبی شناسایی کند، اما ممکن است با نویزها مخلوط شود و باعث ایجاد حاشیه‌های ناخواسته شود.

اعمال فیلتر میانگین می‌تواند نویزها را حذف کند اما باعث کاهش وضوح تصویر می‌شود.

اعمال فیلتر گوسی نیز می‌تواند نویزها را حذف کند ولی با حفظ وضوح بهتری نسبت به فیلتر میانگین.

با توجه به نیاز به تصویر و شرایط محیطی، انتخاب فیلتر مناسب باید با دقت انجام شود تا نتایج مطلوب به دست آید.

## اعمال فیلترهای سوبل یک تصویر



$F$

عملگر سوبل



$|G_x| + |G_y|$



## اعمال فیلترهای لاپلاس روی یک تصویر



$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$


## اعمال فیلترهای میانگین روی یک تصویر



$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$


## اعمال فیلترهای میانگین روی یک تصویر

Filtered Image with  $A_v(3)$



Filtered Image with  $A_v(4)$



Filtered Image with  $A_v(5)$



Filtered Image with  $A_v(20)$



Original Image



Filtered Image with  $A_v(6)$



Filtered Image with  $A_v(155)$



Filtered Image with  $A_v(10)$



Filtered Image with  $A_v(7)$



## اعمال فیلترهای گوسی روی یک تصویر

Filtered Image with Gaussian( $n=3, \sigma=2$ )



Filtered Image with Gaussian( $n=5, \sigma=2$ )



Filtered Image with Gaussian( $n=15, \sigma=2$ )



Filtered Image with Gaussian( $n=60, \sigma=2$ )



Original Image



Filtered Image with Gaussian( $n=20, \sigma=2$ )



Filtered Image with Gaussian( $n=50, \sigma=2$ )



Filtered Image with Gaussian( $n=40, \sigma=2$ )



Filtered Image with Gaussian( $n=30, \sigma=2$ )

