

Gabor Filter

Minghui Chen

History

- Fourier变换是在整体上将信号分解为不同的频率分量，但是它只适用于统计量不随时间变化的平稳信号，因为它并不能告之某种频率发生在哪些时间内。
- 为了研究信号在局部范围内的频率特性，Dennis Gabor于1946年在“Theory of communication”一文中提出了著名的“窗口”傅里叶变换（也叫短时Fourier变换，STFT），即Gabor变换。

Dennis Gabor

- 加博尔·德奈什（Dennis Gabor, 1900年6月5日 – 1979年2月9日），英国籍匈牙利裔犹太人物理学家，因发明全息摄影而获得1967年的英国物理学会杨氏奖及1971年诺贝尔物理学奖。
- 2010年6月5日，Google主页的LOGO为一个全息摄影的Google图标，以纪念丹尼斯诞辰110周年。



2D Gabor Filter

复数表达

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \exp(i(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi))$$

实部

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi)$$

虚部

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \sin(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi)$$

其中

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta$$

$$y' = -x \sin \theta + y \cos \theta$$

2D Gabor Filter

- Gabor函数参数
 - λ : 表示正弦曲线波长
 - θ : 表示平行条纹的法线角度方向
 - ψ : 表示相位差
 - σ : 表示高斯的方差参数
 - γ : 空间纵横比率

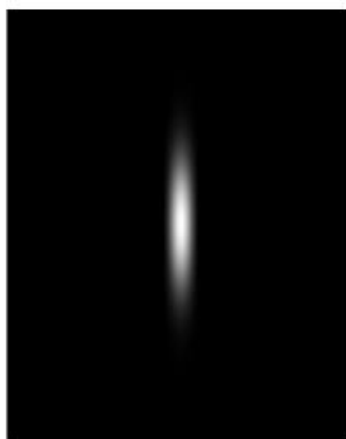
2D Gabor Filter

- $\text{Lambda}(\lambda)$

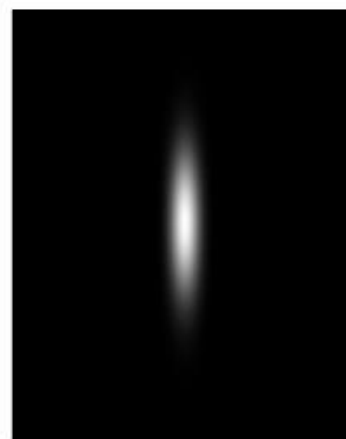
表示 Gabor 核函数中余弦函数的波长参数。它的值以像素为单位指定，通常大于等于2，但不能大于输入图像尺寸的五分之一。



$\text{Lambda} (\lambda) = 30$



$\text{Lambda} (\lambda) = 60$

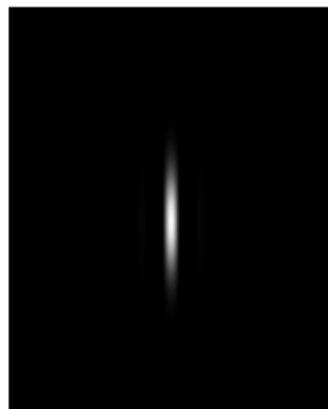


$\text{Lambda} (\lambda) = 100$

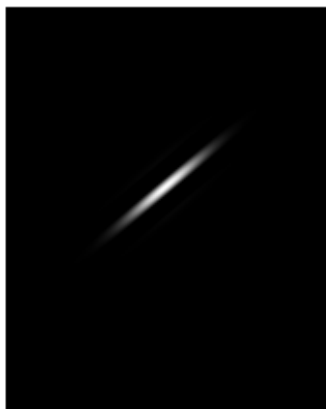
2D Gabor Filter

- $\text{Theta}(\theta)$

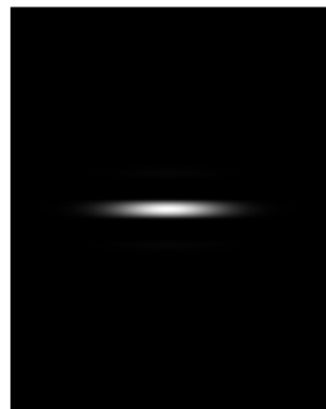
表示 Gabor 滤波核中平行条带的方向。有效值为从0到360度的实数。



$\text{Theta}(\theta) = 0$



$\text{Theta}(\theta) = 45$

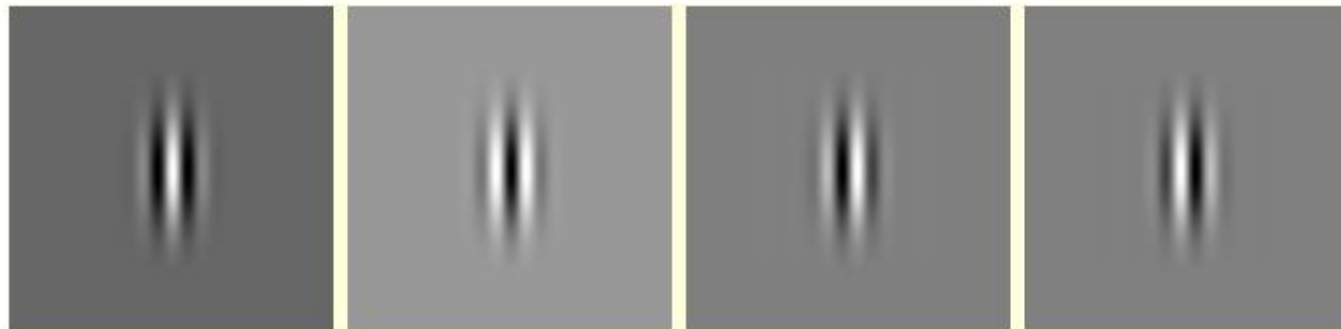


$\text{Theta}(\theta) = 90$

2D Gabor Filter

- $\text{PSI}(\psi)$

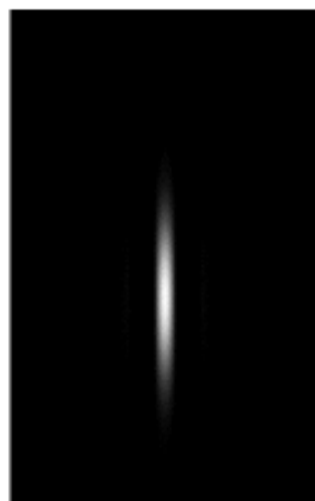
表示 Gabor 核函数中余弦函数的相位参数。它的取值范围为-180度到180度。其中，0度和180度对应的方程与原点对称，-90度和90度的方程分别于原点成中心对称。



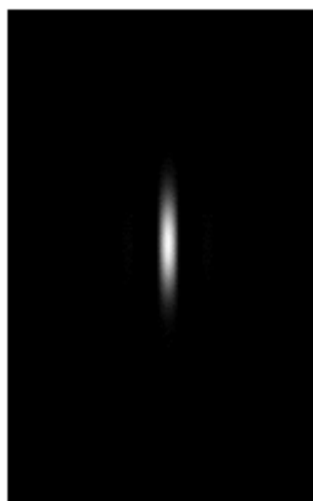
2D Gabor Filter

- Gamma(γ)

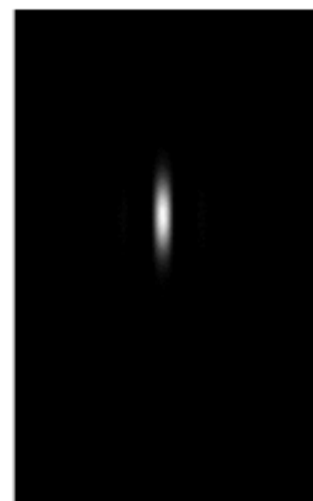
空间纵横比，决定了 Gabor 函数形状的椭圆率。当 $\gamma=1$ 时，形状是圆的；当 $\gamma<1$ 时，形状随着平行条纹方向而拉长。通常该值为 0.5。



Gamma (γ) = 0.25



Gamma (γ) = 0.5

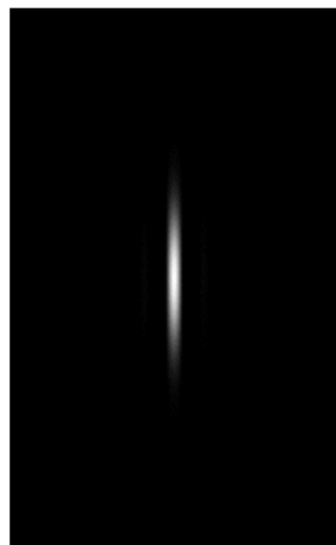


Gamma (γ) = 0.75

2D Gabor Filter

- $\text{Sigma}(\sigma)$

随带宽变化，带宽越小，标准差越大，Gabor 形状越大，可见平行条纹数量越多。



Sigma (σ) = 10



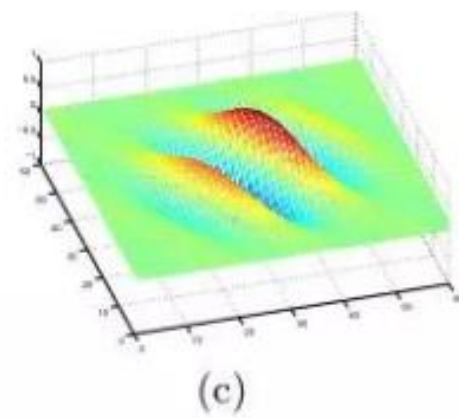
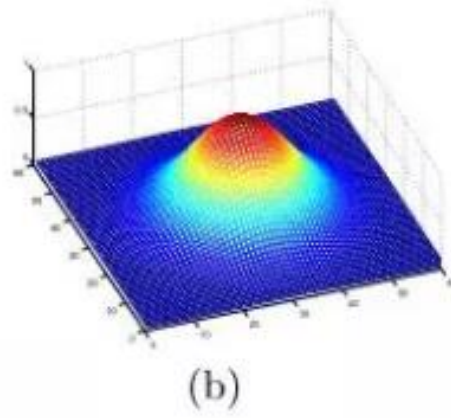
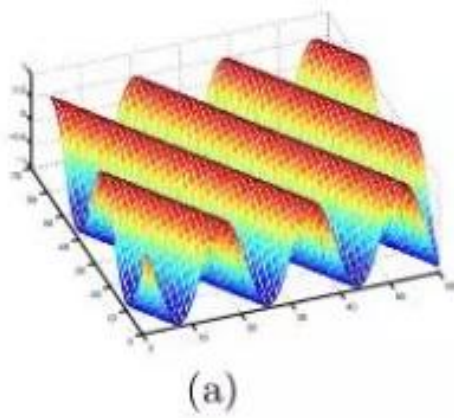
Sigma (σ) = 30



Sigma (σ) = 45

2D Gabor Filter

- 在二维空间中，使用一个三角函数（如正弦函数）与一个高斯函数叠加，我们就得到了一个 Gabor 滤波器。如下图所示：



Application

- 墙体裂纹提取



Application

- 斑马线检测



Application

- 魔幻滤镜



End