

بینایی کامپیوتر فصل اول

استخراج ویژگی با استفاده از فیلتر گابور

محمد جواد فدائی اسلام

ویرایش بهمن ۱۴۰۳

مقدمه

- ❖ فیلتر گابور به نام دنیس گابور نامگذاری شده
- ❖ به دلیل خاصیت تفکیک پذیری خوب و چندگانه در حوزه مکان و فرکانس یک ابزار قوی برای تحلیل بافت، تشخیص لبه، استخراج ویژگی ها و غیره است.
- ❖ در حوزه فضایی، یک فیلتر گابور دوبعدی، یک تابع هسته گاوسی است که با یک موج سینوسی مدولاسیون شده است.



$$f(x, y, \omega, \theta, \sigma_x, \sigma_y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp \left[\frac{-1}{2} \left(\left(\frac{x}{\sigma_x} \right)^2 + \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right) + j\omega(x \cos \theta + y \sin \theta) \right]$$

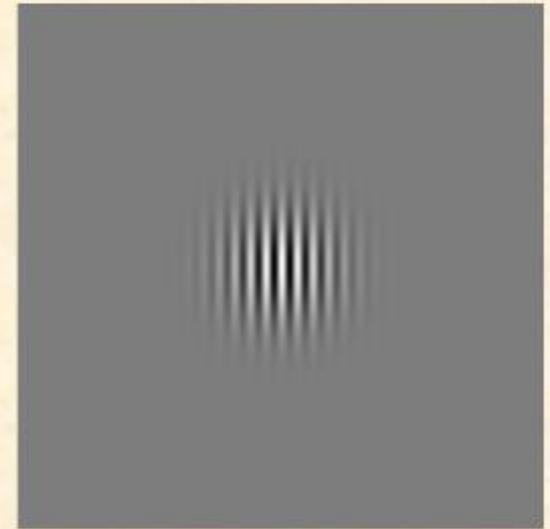
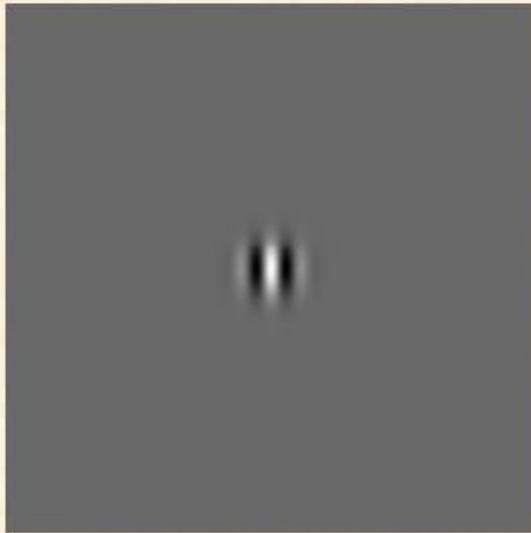


A typical Gaussian filter with $\sigma=30$



A typical Gabor filter with $\sigma=30$, $\omega=3.14$ and $\theta=45^\circ$





Gabor filters with different combinations of spatial width σ , frequency ω and orientation θ .



2-D Gabor filter:

$$f(x, y, \omega, \theta, \sigma_x, \sigma_y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left[\frac{-1}{2}\left(\left(\frac{x}{\sigma_x}\right)^2 + \left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right) + j\omega(x\cos\theta + y\sin\theta)\right]$$

where

σ is the spatial spread

ω is the frequency

θ is the orientation

1-D Gabor filter:

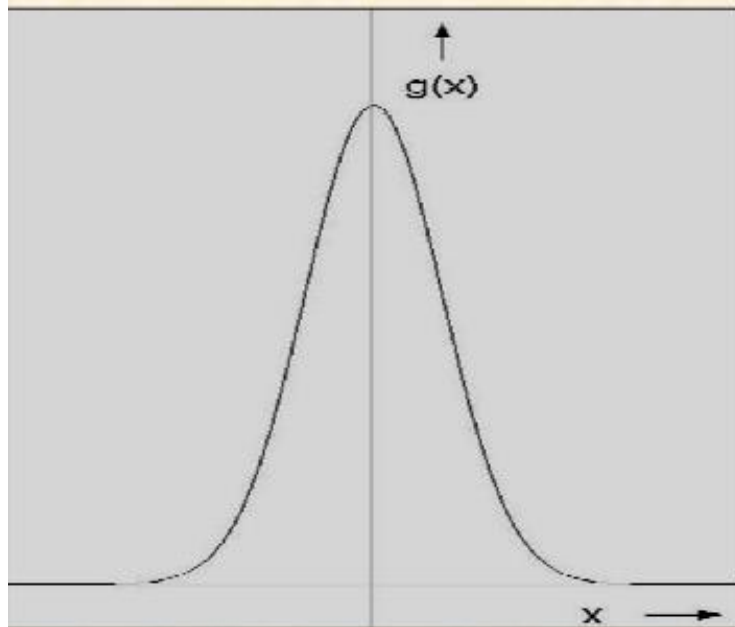
$$f(x, \omega, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(\frac{-x^2}{2\sigma^2} + j\omega x\right)$$

1-D Gaussian function:

$$g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} \exp\left(\frac{-x^2}{2\sigma^2}\right)$$

1-D Gaussian Filter

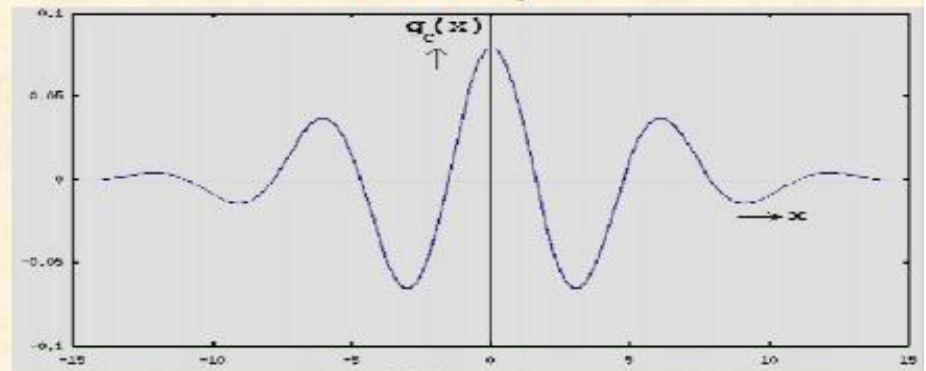
$$g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} \exp\left(\frac{-x^2}{2\sigma^2}\right)$$



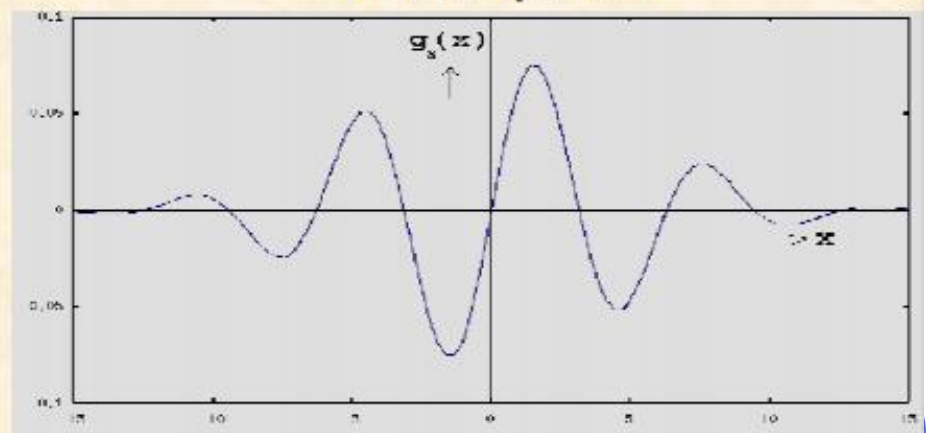
1-D Gabor Filter

$$f(x, \omega, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(\frac{-x^2}{2\sigma^2} + j\omega x\right)$$

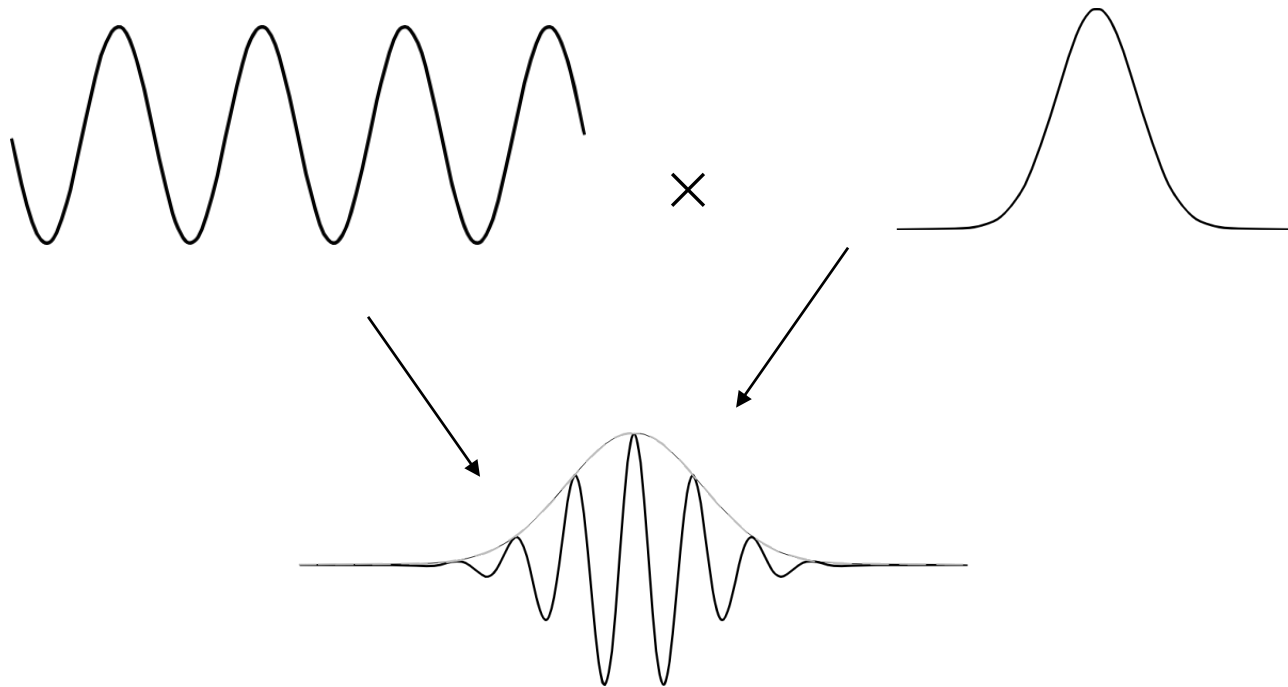
Even Component



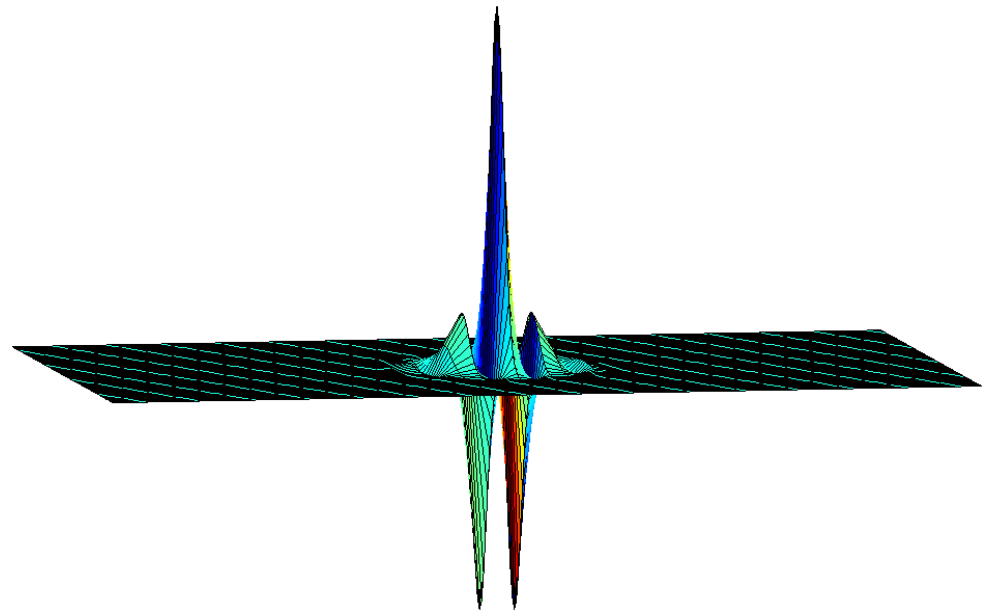
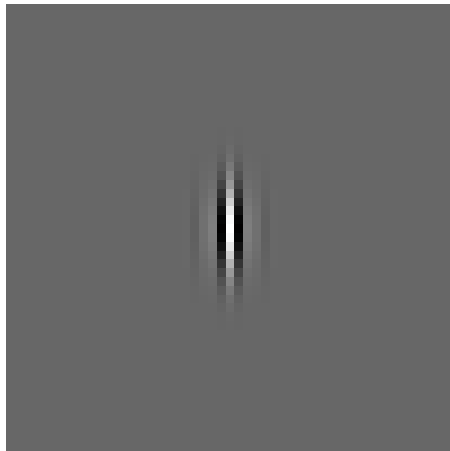
Odd Component



تابع گابور یک بعدی

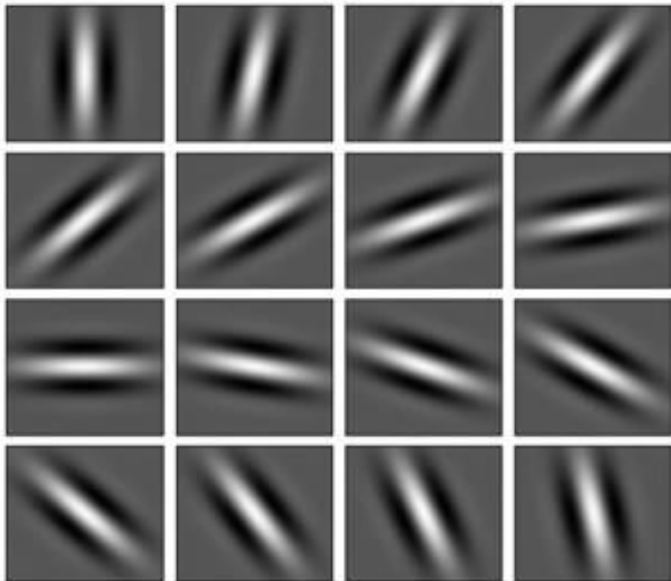


تابع گابور دو بعدی



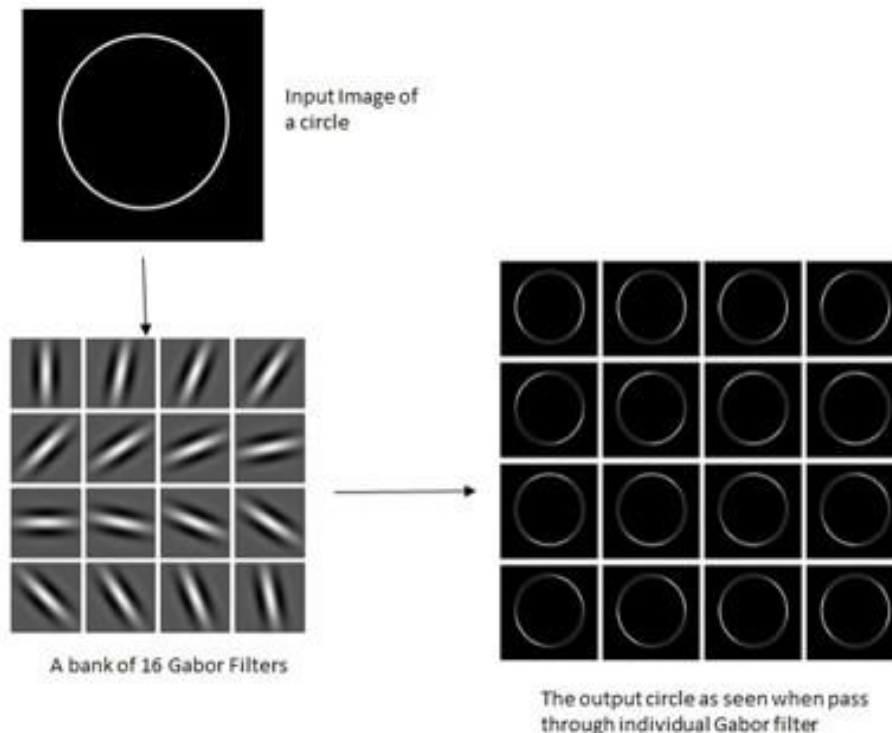
بانک فیلتر گابور

- در عمل برای تجزیه و تحلیل بافت یا به دست آوردن ویژگی از تصویر، از یک بانک فیلتر گابور با تعداد جهت گیری‌ها و فرکانس مختلف استفاده می‌شود.
- شکل زیر یک بانک فیلتر گابور در ۱۶ جهت مختلف را نشان می‌دهد.
- هنگامی که یک فیلتر گابور به یک تصویر اعمال می‌شود، بالاترین پاسخ را در لبه‌ها و در نقاط تغییر بافت می‌دهد.



بانک فیلتر گابور

- برای درک بهتر آنچه هر فیلتر در تصویر ورودی تشخیص می‌دهد، یک دایره ساده سفید در پس زمینه سیاه در نظر بگیرید. هنگامی که این تصویر از درون هر فیلتر در بانک فیلتر منتقل می‌شود، لبه دایره‌ای که شناسایی می‌شود، لبه‌ای است که با زاویه‌ای که در آن فیلتر گابور قرار دارد، جهت‌گیری شده است.

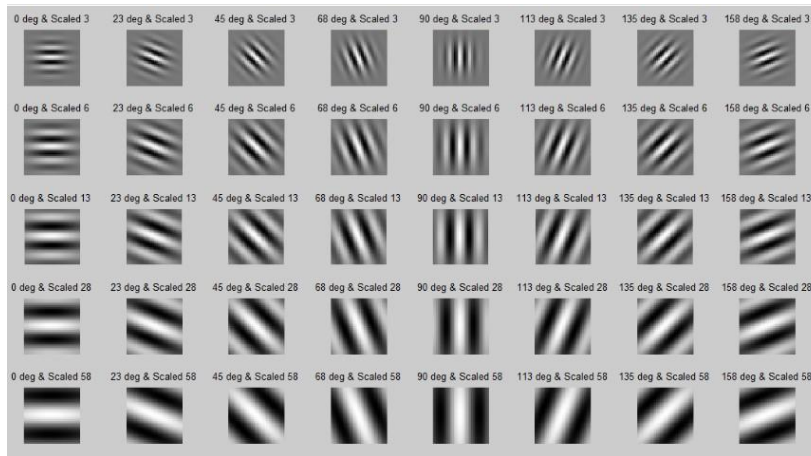


مثالی دیگر از فیلتر گابور

□ فیلتر گابور ماهیتی مختلط دارد، یعنی مقادیر، هم قسمت حقیقی و هم قسمت موهومی دارند (یا اندازه و زاویه).

□ دو تا پارامتر اصلی داریم: فرکانس و زاویه یا جهت فیلتر

□ شکل زیر فیلتر گابور را در ۵ مقیاس و ۸ جهت مختلف نشان داده است که مجموعاً ۴۰ تا فیلتر می باشد.



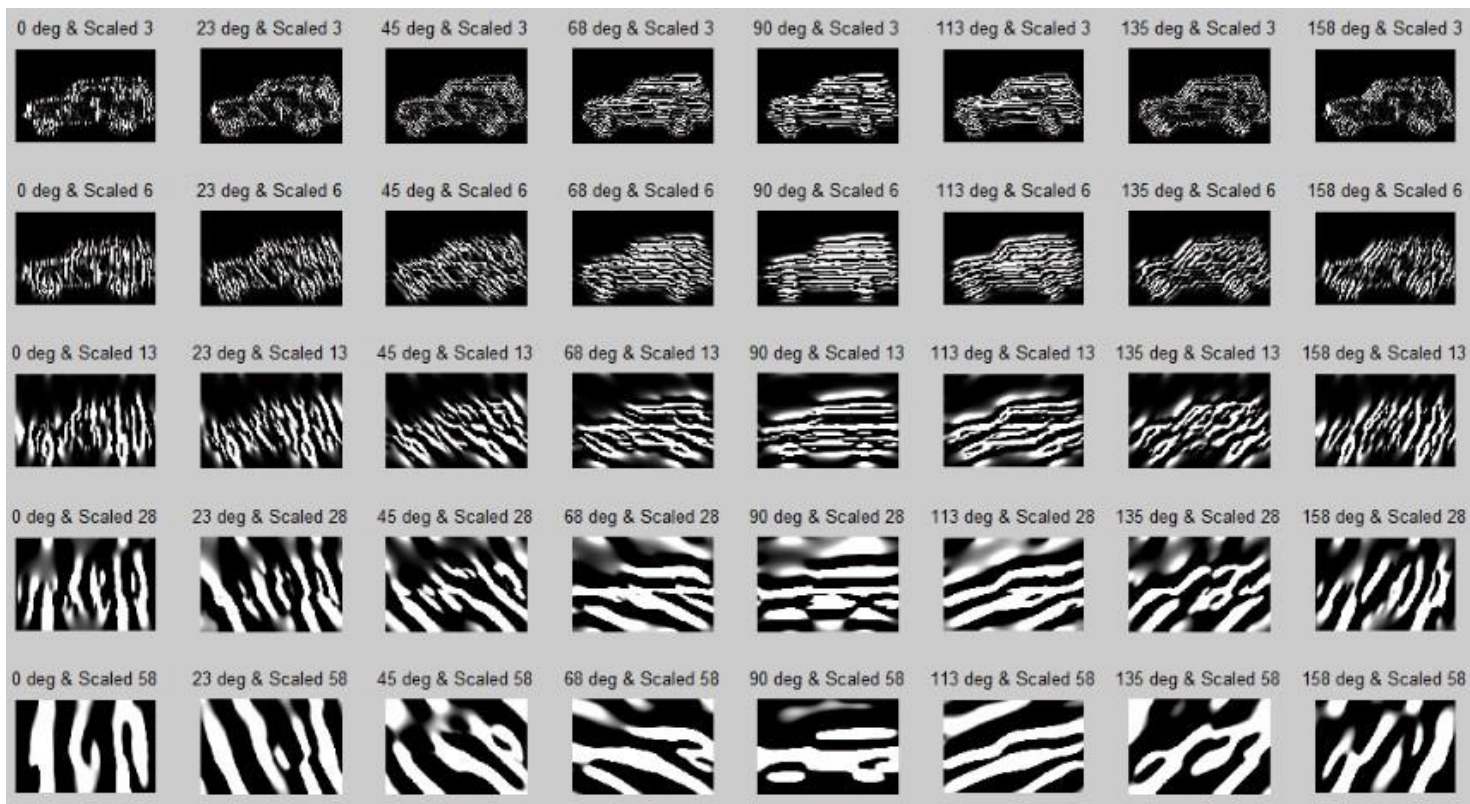
فیلتر گابور



□ تصاویر متناظر با هر فیلتر نشان داده شده است.

□ تصویر اصلی با هر کدام از ۴۰ تا فیلتر مورد نظر کانوالو می شود.

تصویر اصلی



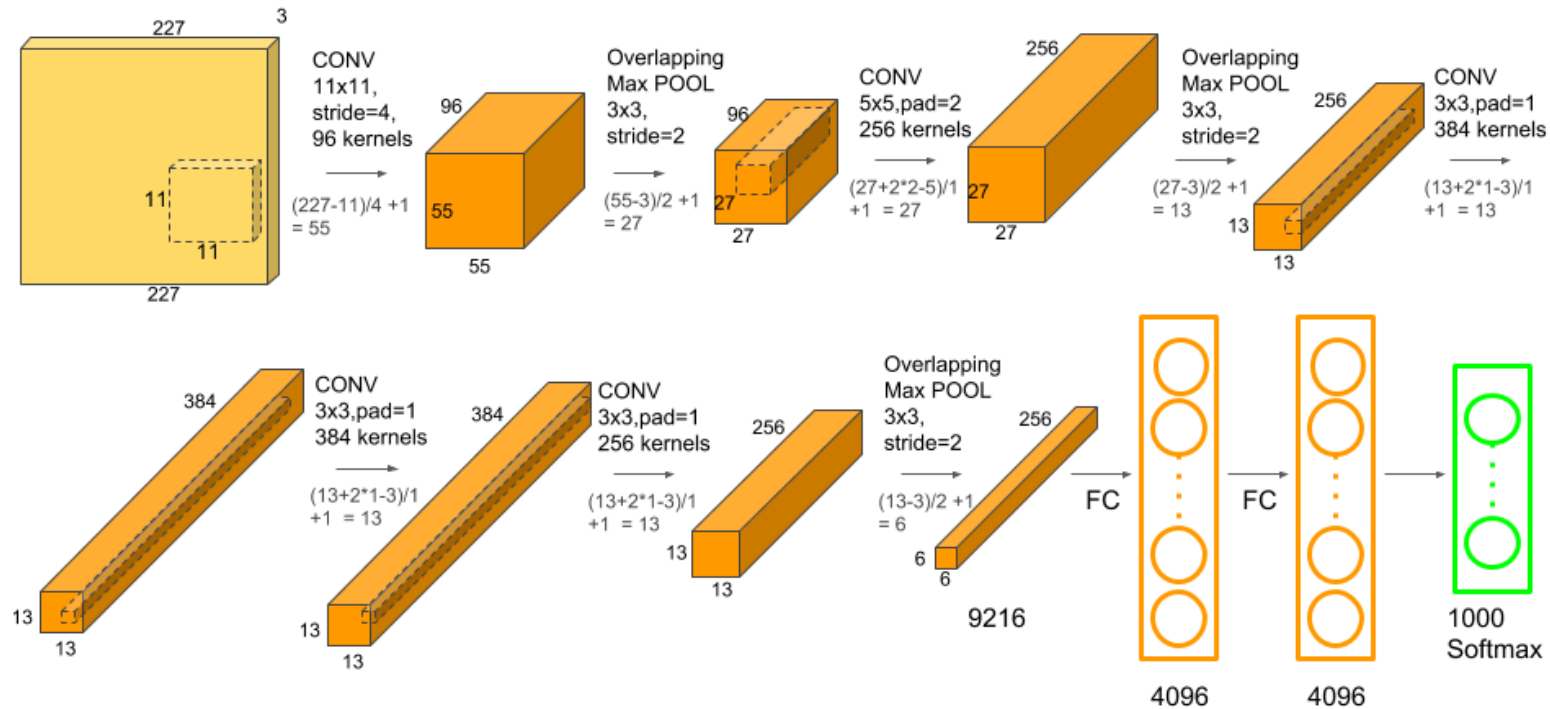
```

% Create u*v gabor filters each being an m by n matrix
fmax = 0.25;
gama = sqrt(2);
eta = sqrt(2);
for i = 1:u
    fu = fmax/((sqrt(2))^(i-1));
    alpha = fu/gama;
    beta = fu/eta;
    for j = 1:v
        tetav = ((j-1)/v)*pi;
        gFilter = zeros(m,n);
        for x = 1:m
            for y = 1:n
                xprime = (x-((m+1)/2))*cos(tetav)+(y-
((n+1)/2))*sin(tetav);
                yprime = -(x-((m+1)/2))*sin(tetav)+(y-
((n+1)/2))*cos(tetav);
                gFilter(x,y) = (fu^2/(pi*gama*eta))*exp(-
((alpha^2)*(xprime^2)+(beta^2)*(yprime^2)))*exp(1i*2*pi*fu*x
prime);
            end
        end
        gaborArray{i,j} = gFilter;
    end
end
end

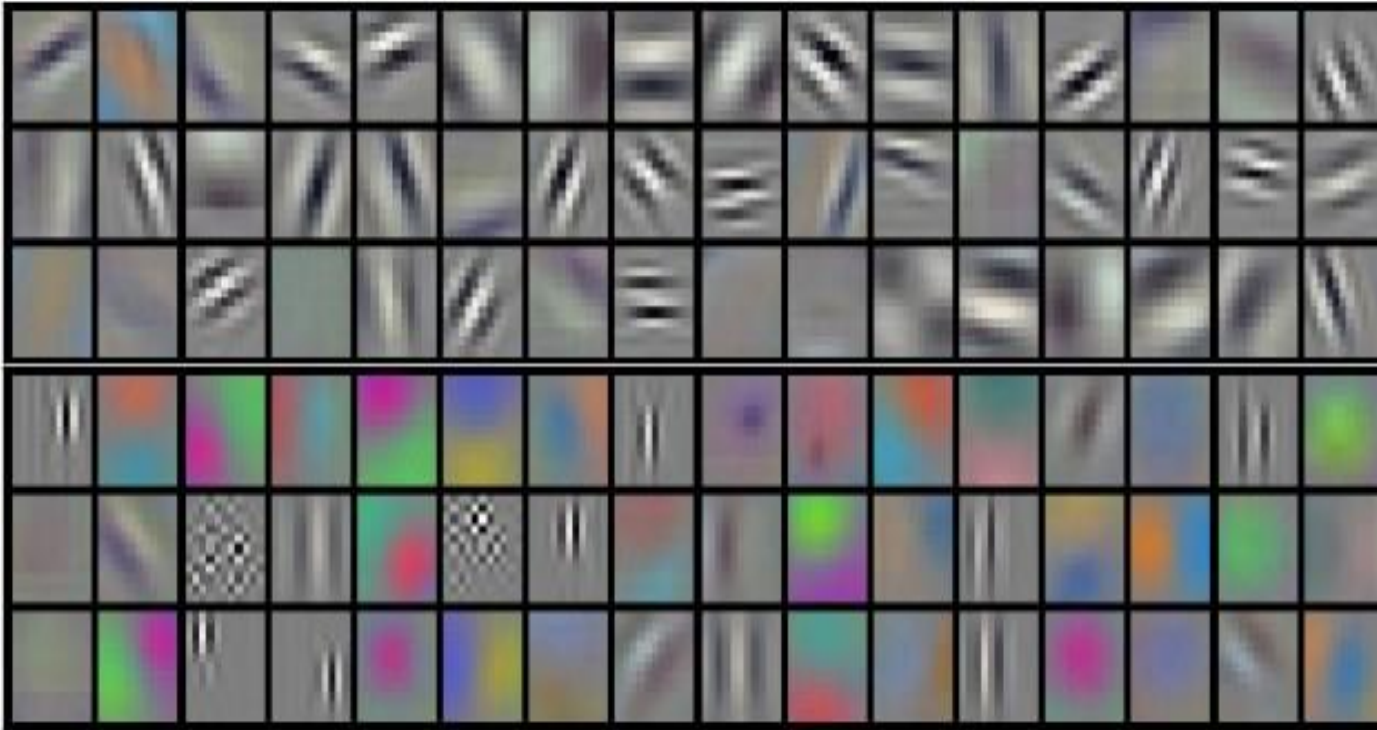
```

```
% Filter input image by each Gabor filter
[u,v] = size(gaborArray);
gaborResult = cell(u,v);
for i = 1:u
    for j = 1:v
        gaborResult{i,j} = imfilter(img, gaborArray{i,j});
    end
end
```

ALEXNET LAYERS



ALEXNET FIRST LAYER FILTERS IN COMPARISON WITH GABOR FILTER



Each of the 96 filters shown here is of size $[11 \times 11 \times 3]$, and each one is shared by the 55×55 neurons in one depth slice.