

# İMGE İŞLEME

## Ders-4

### Piksel Komşuluk İşlemleri



### İmgenin Ortalama ve Değişintisi

- Bir imgenin ortalaması (mean):

$$\mu = E(X) = \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

- Bir imgenin değişintisi (variance):

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= Var(X) = E((X - \mu)^2) \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \end{aligned}$$

- MATLAB'da 2-boyutlu matrisin ortalamasını almak için **mean2** işlevi kullanılmaktadır.
- Değişinti hesabı için **std2** standart sapma bulma işlevi kullanılmaktadır. Daha sonra standart sapmanın karesi alınarak değişinti bulunabilmektedir.

## Piksel Komşuluk İşlemleri



- Her bir piksel için yeni bir değer hesaplanmaktadır.
- İlgili pikselin yeni değeri, komşu piksellerin değerleri de dikkate alınarak bulunur.
- Kullanılacak piksellerin ağırlıkları, yapılacak işleme bağlı olarak değişmektedir.
- Kenar bulma, gürültü giderme, imge keskinleştirme, yumuşatma gibi işlemlerde kullanılmaktadır.
- Hesapsal yükü, nokta işlemlerine göre fazla olabilmektedir.

15 Ekim 2016

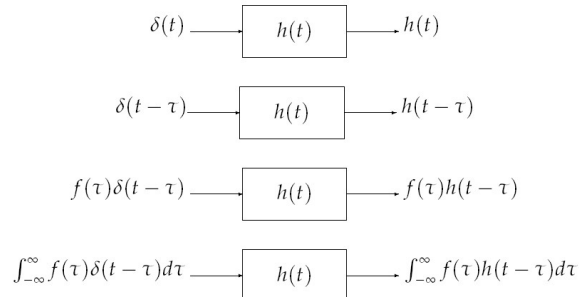
3

## Evrişim (Convolution)



$$f * g = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t-\tau)d\tau$$

- İmge (işaret) işlemede sıkça kullanılmaktadır.
- Sistemin, giriş işaretine etkisini vermektedir.



15 Ekim 2016

4

## Evrişim (Convolution)

- Evrişimin ayrık zamanlı 2-boyutlu ifadesi:

$$g(x, y) = k * f$$

$$= \sum_{i=-m}^m \sum_{j=-n}^n k(i, j) f(x-i, y-j)$$

$k$ , evrişim çekirdeği (convolution kernel)

$f$ , giriş imgesi

$g$ , çıkış imgesi

$(x, y)$ , ilgili piksel konumu

$(2m+1, 2n+1)$ , çekirdeğin yatay ve düşey uzunluğu

- Evrişim çekirdeği (kernel) genelde evrişim maskesi (convolution mask) veya evrişim penceresi (convolution window) olarak da adlandırılabilir.

15 Ekim 2016

5

## Evrişim (Convolution)

$$g(x, y) = k * f$$

$$= \sum_{i=-m}^m \sum_{j=-n}^n k(i, j) f(x-i, y-j)$$

$$g(x, y) = k(-m, -n) f(x+m, y+n)$$

$$+ k(-m+1, -n+1) f(x+m-1, y+n-1)$$

$$+ \dots$$

$$+ k(m, n) f(x-m, y-n)$$

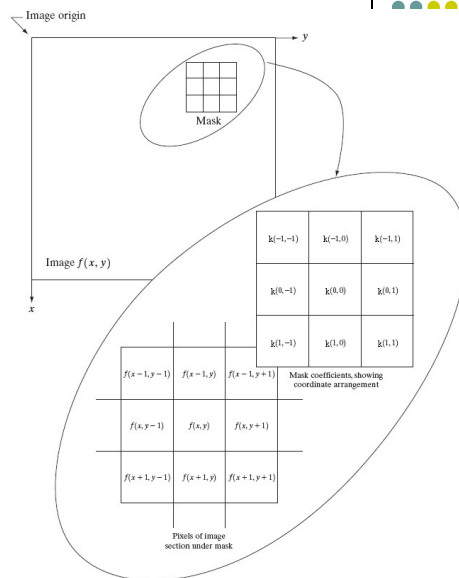
$$g(x, y) = k(-1, -1) f(x+1, y+1)$$

$$+ k(-1, 0) f(x+1, y)$$

$$+ \dots$$

$$+ k(1, 1) f(x-1, y-1)$$

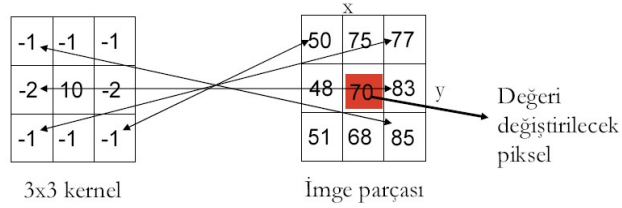
15 Ekim 2016



## Evrişim (Convolution)

$$g(x, y) = k * f$$

$$= \sum_{i=-m}^m \sum_{j=-n}^n k(i, j) f(x-i, y-j)$$



$$g(x, y) = k(-1, -1)f(x+1, y+1) + k(0, -1)f(x, y+1) + k(1, -1)f(x-1, y+1) + k(-1, 0)f(x+1, y) + k(0, 0)f(x, y) + k(1, 0)f(x-1, y) + k(-1, 1)f(x+1, y-1) + k(0, 1)f(x, y-1) + k(1, 1)f(x-1, y-1)$$

$$g(x, y) = (-1 \times 85) + (-1 \times 68) + (-1 \times 51) + (-2 \times 83) + (10 \times 70) + (-2 \times 48) + (-1 \times 77) + (-1 \times 75) + (-1 \times 50) = 32$$

15

7

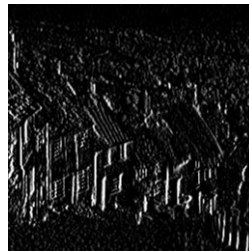
## Evrişim (Convolution)



Giriş imgesi

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

Evrişim çekirdeği



Çıkış imgesi

- MATLAB'da 2-boyutlu evrişim **conv2** işlevi ile yapılabilmektedir.
- Bunun yanında imge süzgeçlerken genellikle **imfilter** işlevi kullanılmaktadır.

15 Ekim 2016

8

## Evrişim (Convolution)



Evrişim işleminde kenar bölgelerindeki taşma durumunda olası işlemler:

- Kenar bölgelerini işlememe,
- Kenar bölgelerini kesme,
- Kenar bölgelerinde evrişim çekirdeğini kırpma,
- Kenar bölgelerini aynen kopyalama (imge boyutları büyür),
- Kenar bölgelerini aynalayarak kopyalama (imge boyutları büyür)...

Hesapsal yük:

- $(m, n)$  boyutlu bir evrişim çekirdeği kullanıldığında bir piksel için çıkış değerinin hesaplanmasında gerekli işlem sayısı:

$$(m \times n)[\text{çarpma}] + (m \times n - 1)[\text{toplama}]$$

15 Ekim 2016

9

## Evrişim (Convolution)



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

Delta fonksiyonu  
(Birim Dürtü)



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

Kaydır ve çıkart



15 Ekim 2016

## Evrişim (Convolution)

$$\begin{bmatrix} -1/8 & -1/8 & -1/8 \\ -1/8 & 1 & -1/8 \\ -1/8 & -1/8 & -1/8 \end{bmatrix}$$

Kenar bulma

$$\begin{bmatrix} -k/8 & -k/8 & -k/8 \\ -k/8 & k+1 & -k/8 \\ -k/8 & -k/8 & -k/8 \end{bmatrix}$$

Kenar pekiştirme

15 Ekim 2016



## Uzamsal Frekans Kavramı

- İmgede pikseller arasındaki yumuşak geçişler *uzamsal düşük frekanslara* karşılık gelir.



- Sert geçişler (kenarlar, nesne sınırları...) *uzamsal yüksek frekanslara* karşılık gelir.



15 Ekim 2016

12

## Evrişim (Convolution)-Yumuşatma

- En temel evrişim çekirdeğidir.
- İmgedeki gürültü etkilerini azaltır.
- Kenarları yumuşatır.

$$1/9 \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$1/25 \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

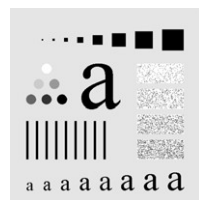


15 Ekim 2016

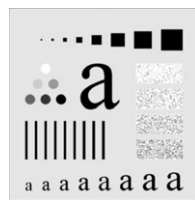
13

## Evrişim (Convolution)-Yumuşatma

- Çekirdek boyutunun yumuşatmaya etkisi:



Orjinal imge



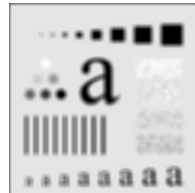
3x3



5x5



9x9



15x15



35x35

15 Ekim 2016

14

## Evrişim (Convolution)-Yumuşatma



- Ağırlıklı ortalama alma işlemi de yapılabilmektedir.

$$g(x, y) = \frac{\sum_{i=-m}^m \sum_{j=-n}^n w(i, j) f(x-i, y-j)}{\sum_{i=-m}^m \sum_{j=-n}^n w(i, j)} \quad 1/15 \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

- Kenar bölgelerindeki yumuşamayı azaltmak için kontrollü ortalama alma yapılabilir.

$$g(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{ws \times ws} \sum_i \sum_j f(x-i, y-j) & , \quad \left| f(x, y) - \frac{1}{ws \times ws} \sum_i \sum_j f(x-i, y-j) \right| < T \\ f(x, y) & , \quad \text{diğer} \end{cases}$$