

# SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEMİ

①

1. sıfat

- \* Düşük seviye işlemler & konstrat düzenleme
  - \* Orta seviye işlemler & Bölütleme, tonlama
  - \* Yüksek seviye işlemler & Nesne gruplarının ayrıştırılması
- Görüntü işlemede önemli adımlara

1- Görüntü Alma / Toplama: Görüntü Algılayıcıları ve sensörlerden alınan görüntünün sayısallaştırılması

- video kamera
- sayısal kamera
- Geleneksel kameralar ve analog / sayısal çevirme

2- Ön işlemler: Daha ilerdeki işlemlerde başarılı sonuçlar almak için görüntüyü geliştirme

- Kontrast iyileştirme
- Gürültü temizleme
- Bilgi bölgelerini tanımlama

3- Bölütleme: Görüntüyü bileşen parçalarına (nesnelere) ayırma

- Özet Bölütleme (çok zor): 2. sınırdan işlemleri başlatılır.
- Gıkış (Sınım) & Sınırbı veya tüm bölgeyi ayırt etme
- Tanımlama

4- Sınımlama ve Tanımlama: Özellik seçimi (tanımlanması)

- ilgililenen bilgilerin ölçülebilir bir sonucunu verir veya
- Bir nesne sınıfını ayırt etmek için önemlidir.

5- Tanıma ve Yorumlama: ~~Kurulan~~ Eski ②

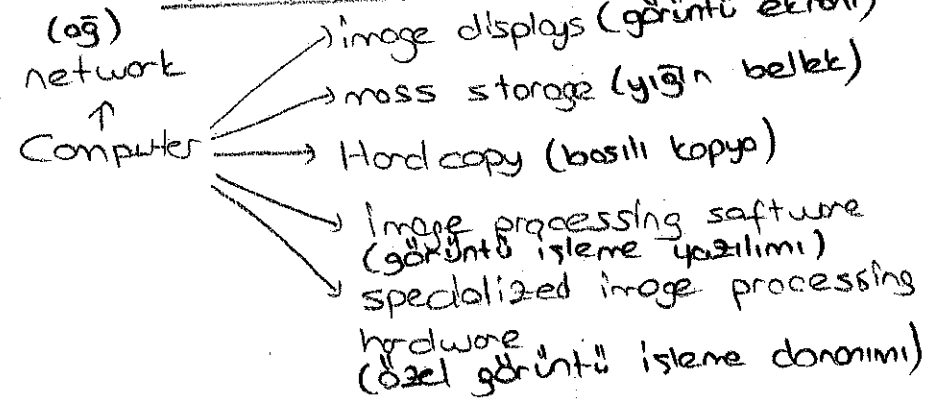
- Tanımlayıcılar tarafından seçilen bilgiye dayanarak bir nesneye etiket verme
- Tanınan nesne gruplarını ayırtlandırma

6- Bilgi Tabanı

- Her bir işlem modülüne yol gösterir ve modüller arasındaki etkileşimi kontrol eder

Note Görüntü iyileştirme genelde ön işleme aşamasında sonlanır.

Bileşenler



↓

image sensors  
(görüntü sensörleri)

2. sıfat

İnsan Görme Algısı?

Göz = küre, 20 mm çapında, 3 katmanlı zar içerir:

- 1- kornea ve sclera ⇒ kornea şeffaf
- sclera opak ve kornea'ya bağlı

- 2- Kioroid ⇒ kan donor ağı. Göz bebeğinden geçen ışık miktarını kontrol eder.

### 3- Retina

**Lens:** Fiber hücrelerden meydana gelmiştir ve allory kısmına fiberler ile asılıdır. Sorutarak olup gördüğün ışık spektrumunun % 8'ini yutar.

**Retina:** Ayrık ışık alıcıları (receptör) retina üzerine dağılmıştır. İki çeşit receptör algılayıcısı vardır:

- cone (6-7 milyon) (konu, kozo)
- rod (75-150 milyon) (qubuk)

**Cone:** fovea'ya yerleşmiş olup renge duyarlıdır. Her biri kendi sınır uçlarına bağlıdır. Cone görmesi, photopic veya aydınlık görmesi olarak adlandırılır.

**Rod:** Resmin tonunu üzerinde genel bir görüş verir ve renkli görmeye yer almaz. Bir tek sınır ucuна bağlı olabilir ve düşük ışık seviyelerine hassastır.

#### Algılayıcı (Receptör) Dağılımı:

- Algılayıcılar, fovea etrafında radyal olarak simetrik dağılmıştır.
- Cone'lar fovea merkezinde yoğunlaşır. Rod'lar ise merkezin 20° yoğun olmak üzere kenarlara doğru



### Fovea:

- Dairesel yapıdadır.
- Genelde kare şeklinde algılayıcı matrisi gibi kabul edilir.

- Cone'ların yoğunluğu:

Bir fovea için 150,000 ~ 337,000 eleman/mm<sup>2</sup>

- Orta görüşlüğü yakalamak için 5mm x 5mm'lik bir alan gerektirir.

#### Gözde görüntünün oluşumu:

- Algılama, ışığın göreceli olarak algılayıcıları etkilenmesiyle oluşur.

- Algılayıcılar, ışık enerjisini elektriksel darbelerle dönüştürür, Bu darbeler daha sonra beyinde değerlendirilerek görüntü oluşturulur.

#### Aydınlık Adaptasyonu ve Ayırt Etme:

→ Işık yoğunluğu oranı, insanın görme sistemi için 10<sup>10</sup> derecesinde adapte olabilir. Göreceli aydınlık, göz üzerindeki aydınlatma yoğunluğu olayı logaritmik bir fonksiyon şeklindedir.

→ Göz bu oranın tamamını aynı anda işlem göremez.

→ Verilen herhangi bir durum için, onluk düzeyde seviyesine aydınlık adaptasyon seviyesi denir.

**Weber Oranı:**  $\frac{\Delta I}{I}$  → zannıyla algılanabilecek ışık artımının %50'si  
I → orijinal ışık miktarı

→ düşük olması aydınlık ayırımının iyi olduğu anlamına gelir.

→ Tipik bir gözlemci bir iki düzine farklı yoğunluğu ayırt edebilir. Örneğin, bir kisi bir tek renk görüntüde bir noktada farklı yoğunluğu görebilir.  
 → Her bir yeni adaptasyon seviyesi lain değere-  
 ceğinden geniş bir aralıdır.

### 3. slayt

#### Basit Görüntü Modeli:

- Görüntü 2-B yoğunluk
- $f$ 'in  $(x, y)$ 'deki değeri, o noktadaki görüntünün aydınlatma değeridir.

$$0 < f(x, y) < \infty$$

#### Basit Görüntü Modeli:

- $f(x, y)$ 'nin değeri

→ Görülen sahnedeki ışık kaynaklarının miktarı.

→ Sahnedeki nesneler tarafından yansıtılan ışık miktarı

- Aydınlatma ve yansıtma bileşenleri:

→ Aydınlatma  $i(x, y)$

→ Yansıtma  $r(x, y)$

$$f(x, y) = i(x, y) \cdot r(x, y)$$

$$0 < i(x, y) < \infty \text{ ve}$$

$$0 < r(x, y) < 1$$

(Toplam yutmada toplam yansıtma)

⑤

→ Örnek  $r(x, y)$  değerleri:

0,01  $\approx$  Siyah kediye

0,93  $\approx$  Kar

→ Örnek  $i(x, y)$  değerleri:

9000 mum  $\approx$  Güneşli gün

1000 mum  $\approx$  Bulutlu gün

0,01 mum  $\approx$  Dolunay

⑥

- Tek renk bir görüntünün  $(x_0, y_0)$ 'daki aydınlatma değeri  $0$  noktadaki görüntünün gri seviyesi

$$L = f(x_0, y_0)$$

$$L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$$

↓

Pozitif

↓

Sıfır

→ Profiller:

$$L_{\min} = I_{\min} \cdot r_{\min} \text{ ve}$$

$$L_{\max} = I_{\max} \cdot r_{\max}$$

→ Örneğin oda ışığındaki bir görüntü istene ilanı

$$L_{\min} \approx 10 \quad L_{\max} \approx 1000$$

→  $[L_{\min}, L_{\max}]$   $\approx$  Gri seviye

$[0, L-1]$  arasında değişir  $\rightarrow L=0$  : Siyah  
 $L=L-1$  : Beyaz

## Örnekler ve Kuantolama

- $f(x,y)$ 'nin uzaysal ve genlik sayısallaştırılması;  $(x,y)$  koordinatının seçilmesi ve bu noktadaki genlik bir gri seviye olarak kuantalaması ile olur.

- görüntü örnekleme  $(x,y)$  koordinatındaki değere

- gri seviye kuantalama genliğe işaret eder.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & \dots & \dots & f(1,M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

↓  
Görüntü Elemanı (Pikseller)

- Sonra kullanılacak önemli Terimlere

$\mathbb{Z}$  Gerçek tam sayılar kümesi

$\mathbb{R}$  Gerçek sayılar kümesi

- Örnekleme:  $xy$  düzlemini izgara şeklinde ayırır. Her bir ızgaranın merkez koordinatı  $z \times z$  ( $z^2$ ) şeklinde bir kareye eşittir.

- Yani her bir hücre  $(a,b)$  şeklinde iki indisi ile gösterilir.

\* Aşağıdaki şartlar sağlanıyorsa  $f(x,y)$  bir sayısal görüntüdür.

→  $(x,y)$   $\mathbb{Z}^2$  den bir tam sayı ve

→  $f$ , her bir gri [kuantolama]  $(x,y)$  koordinat çifti için ( $\mathbb{R}$  kümesinden) gri seviye değeri gösteren fonk. ise

⑦

- Gri seviyeler genelde tam sayıdır

0 zaman  $\mathbb{Z}$ ,  $\mathbb{R}$ 'nin yerini alır.

- Sayısallaştırma sürecinde sunlara karar verilir.

→  $N, M$  değeri ne olmalı ( $N \times M$ : Görüntü Boyutu) ve

→ Her bir piksel değeri için ayrı gri seviye değeri ne olmalı.

- Genellikle, görüntü işlemede bu nicelikler için kuvvetlidir.

$$N=2^n \quad M=2^m \quad \text{ve} \quad \Phi=2^k$$

gri seviye sayısı

- Bir diğer kabul, gri ölçeklendirmede ayrı seviyeler 0 ile  $L-1$  arasında eşit aralıklara bölünmüştür.

- Eğer  $b$  sayısallaştırılmış bir görüntüyü saklamak için gerekli bit sayısı ise şöyle hesaplanır.

$$b = N \times M \times k \quad (\text{Eğer } M=N \text{ ise } b = N^2 k)$$

- İyi bir yaklaşım için ne kadar örnek alınmalı ve gri seviye ne olmalıdır.

→ Bir imgenin gözetimliliği örnek sayısına ve gri seviye sayısına bağlıdır.

→ Yani, bu parametreler oturtulduktan sonra, sayısal görüntü gerçek görüntüye o derece yakalır.

⑧

- İyi bir yaklaşımla için, ne kadar örneklemeye (9) ve gri seviye gereklidir.

▲ Depolama ve işleme gerekliliği  $N, m$  ve  $k$ 'nin fonksiyonu olarak hızla artar.

- Aynı nesnenin farklı görüntü yorumu yapılabilmektedir.

→  $N, m$  değerleri değiştirilir.

→  $k$  (bit sayısı) değiştirilir.

→ Her ikisinde değiştirilebilir.

- İsoference eğrileri ( $N, m$  düzleminde)

→ Bir noktaya  $N$  ve  $k$  değerleri bu görüntüde bir nokta ifade eder.

→ İsoference eğrileri üstündeki noktalar görüntüdeki eşit subjektive kaliteyi ifade eder.

- Değerlendirme

→ Bir görüntünün kalitesini  $N$  ve  $k$  artırır.

→ Sabit  $N$  değeri için,  $k$  değeri azaltılarak kalite yükseltilebilir.

→ Fazla ayrıntısı olan görüntülerde az gri seviye gerektirir.

Düzgün dağılımlı olmayan örneklemeye ve kuantalama

- Bir adaptif örneklemeye planı imgenin görünümlünü iyileştirebilir.

- Düşünce: Sınır belirleme, ayrıntı iletme

Slot-48

(10)

Pikseller arası bazı temel ilişkiler

- Tanımlama

→  $f(x, y)$  Sayısal Görüntü

→ Pikseller  $q, p$

→  $f(x, y)$ 'nin alt piksel kümesi  $S$

Piksel komşuluğu

-  $(x, y)$ 'deki bir  $p$  pikseli 2 yatay ve 2 dikey komşusu

→  $(x+1, y), (x-1, y), (x, y+1), (x, y-1)$

→ Bu piksel kümesi  $p$ 'nin 4-komşuluk piksel kümesi olarak adlandırılır  $N_4(p)$

-  $p$ 'nin 4-köşegen komşuları  $N_D(p)$

→  $(x+1, y+1), (x+1, y-1), (x-1, y+1), (x-1, y-1)$

-  $N_4(p) + N_D(p) \rightarrow N_8(p)$   $p$ 'nin 8-komşusu

Bağlantı

- Pikseller arası bağlantı önemlidir

→ Çünkü bir görüntüde bölge bileşenlerinin ve nesne sınırlarını belirtmede önem kazanır.

- İki piksel bağlantılı ise

→ komşuluktur (Bitişiklik,  $N_4(p), N_8(p)$  gibi)

→ Gri seviyeleri benzerlik kriterlerini sağlar (Eşitlik)

-  $V$ , bitişikliği tanımlamada gri seviye değer kümesidir.

## Bitişiklik

### - 3 tip bitişiklik

→ 4-bitişiklik: Eğer  $q, p$ 'nin  $N_4(p)$  kümesinde tanımlı gri değer kümesinden değere sahipse bu iki piksel bitişiktir.

→ 8-bitişiklik: Eğer  $q, p$ 'nin  $N_8(p)$  kümesinde ise  $p$  ve  $q$  8-bitişiktir.

→ m-bitişiklik: Eğer  $q, p$ 'nin  $N_4(p)$  or  $N_8(p)$  kümesinde ve  $N_4(p) \cap N_4(q)$  boş küme ise  $p$  ve  $q$  m-bitişiktir.

→ komma bitişiklik: 8-bitişikliğin değişik bir şekli olup, 8 bitişiklik kullanıldığında ortaya çıkan çok yolu ortadan kaldırmak için kullanılır.

0 1 1	0 1 -1	0 1 -1
0 1 0	0 1 0	0 1 0
0 0 1	0 0 1	0 0 1

- Eğer  $S_1$  alt kümesindeki bazı pikseller,  $S_2$  alt kümesindeki bazı piksellere bitişik ise;  
 $S_1$  ve  $S_2$  bitişiktir.

### Yol

- Bir yol (eğri),  $(x, y)$  koordinatlı  $p$  pikselinden  $(s, t)$  koordinatlı  $q$  pikseline ayık piksel dizisidir.

-  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$

- Burada  $(x_0, y_0) = (x, y), (x_n, y_n) = (s, t)$  ve  $(x_i, y_i), (x_{i-1}, y_{i-1})$  bitişiktir,  $1 \leq i \leq n$ ,  $n$  yolun uzunluğudur.

(11)

Eğer  $(x_0, y_0) = (x_n, y_n)$  ise kapalı yol

(12)

### Bağlantı

- S içindeki herhangi bir  $p$  pikseli  $p$ 'ye bağlantı S içindeki piksel kümesi  $S$ 'nin bağlantılı bileşenidir denir.

- Eğer S bir adet bağlantı bileşeni varsa, S bağlantılı bir kümedir.

### Sınır

-  $E$ , piksellerin bir alt kümesi olmak üzere, eğer  $E$  bağlantılı küme ise  $E$  bir bölgedir.

- Sınırı (dış çevresi: border, contour), en az bir üzerindeki piksel kümesidir.

- Kenar, bir bölgenin sınırı olabilir.

### Uzaklık Ölçüsü

-  $p, q, z, (x, y), (s, t), (u, v)$  koordinatlarındaki pikseller olmak üzere,  $D$  mesafe fonksiyonu için

→  $D(p, q) \geq 0$  ( $D(p, q) = 0$  iff  $p = q$ )

→  $D(p, q) = D(q, p)$  ve

→  $D(p, z) \leq D(p, q) + D(q, z)$

- Öklit (Euclidean) Uzaklığı

→  $D_e(p, q) = [(x-s)^2 + (y-t)^2]^{1/2}$

→ Noktalar (pikseller),  $(x, y)$  merkezli  $r$  yarıçaplı daire içerisindeki bütün noktalar.

şekliği:

$$q) = |x-s| + |y-t|$$

merkezi bir baklava dilimi

→ p'den  $D_4 \leq 2$  uzaklıktokiler.

$$\begin{array}{ccccc} & & 2 & & \\ & 2 & 1 & 2 & \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ & 2 & 1 & 2 & \\ & & 2 & & \end{array}$$

$D_4 = 1$ , p'nin 4-komşuluğu

-  $D_8$  uzaklığı:

$$\rightarrow D_8(p, q) = \max(|x-s|, |y-t|)$$

→ p merkezi bir kare

→ p'den  $D_8 \leq 2$  uzaklıktokiler

$$\begin{array}{ccccc} 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \end{array}$$

$D_8 = 1$ , p'nin 8-komşuluğu

- p ve q arasındaki  $D_4$  ve  $D_8$  uzaklıkları bu iki noktayı birleştiren yoldan bağımsızdır.

- Çünkü, bu uzaklıklar sadece noktaların koordinatlarına bağlıdır.

- Bununla beraber, m-bağlantı için iki piksel arasındaki uzaklık değeri, yol boyunca piksellerin değerine ve bunların komşuluğuna bağlıdır.

-  $P_1, P_2, P_3 = 1$

$P_1, P_3 = 0$  veya 1 olabilir

(13)

Eğer bağlantı varlığı 1 olarak kabul edilirse,  $P_1$  ve  $P_3$ , 0 ise, p ve  $p_4$  arasındaki m-uzaklığı 2.

Eğer  $P_1$  veya  $P_3 = 1$  ise, uzaklık 3'tür.

Eğer  $P_1$  ve  $P_3 = 1$  ise, uzaklık 4 ( $P_1 P_2 P_3 P_4$ )

Esaslar:

Görüntü iyileştirme:

- Özel bir uygulamaya için aslından daha uygun bir sonuç için işlemektir.

- Uzaklık bölge yöntemleri ve frekans bölgesi yöntemleri mevcuttur.

Uzaklık Bölge Yöntemleri

- Bir görüntüyü oluşturan pikseller üzerinde doğrudan işlem gören prosedürlerdir.

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

-  $(x, y)$  civarındaki komşuluk,  $(x, y)$  merkezli kare veya dikdörtgen şeklinde bir alt görüntü obek-

tanımlanır.

-  $T: (x, y)$  civarındaki bazı komşuluklar için tanımlanmış operatör

- Komşuluk  $1 \times 1$  olduğunda, f'n sadece  $(x, y)$  noktasındaki değeri söz konusudur ve T grl seviye dönüşümü (haritalama) fonksiyonu olur.

$$S = T(r)$$

$r, s \in (x, y)$  noktasındaki  $f(x, y)$  ve  $g(x, y)$ 'nin (15) gri seviyeleri

→ Nokta işleme teknikleri (Örneğin, kontrast artırma, eşikleme)

— Maske işleme veya Filtreleme  $f$ 'nin  $(x, y)$  noktasındaki  $g$ 'nin tanımlı komşuluk değerleri,  $g$ 'nin  $(x, y)$  noktasındaki değerlerini tanımlar.

→ Maske kullanımı ile seçilir. (Geçirdek, kalıp, pencere veya filtre)

### Nokta İşleme ile İyileştirme

Bunlar bir pikselin aydınlık yoğunluğuna dayanan yöntemlerdir.

→  $r$  pikselin işlemden önceki yoğunluğu ( $f(x, y)$ )

→  $s$  pikselin işlemden sonraki yoğunluğu ( $g(x, y)$ )

### Bazı temel Yoğunluk Dönüşümleri

— Görüntünün negatifini alma

— Parçalı-Dagrusal Dönüşüm Fonksiyonları

→ Kontrast Artırma

→ Gri-Seviye Dilimlere

→ Bit - düzeltme dilimlerine

\* Look-up tablosu (LUT) kullanılarak yapılır.

Tablo değerleri,  $L-B$  dir (Örneğin 8-bit için,

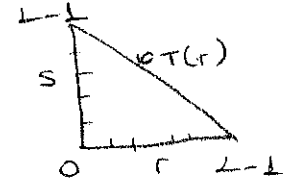
LUT 256 değer alacaktır.)

### Görüntü Negatifleri

— Görüntünün negatifini alma eşgüdül  $s = 1 - r$  fonksiyonu kullanılarak alınır.

$[0, L-1]$  gri seviye aralığı

$$s = L - 1 - r$$



— Fonksiyon, siyahı beyazı beyazı siyah ve gri/s yoğunluğu arttıkça çıkış yoğunluğu azalır.

— Genellikle, tıbbi görüntülerde kullanılır.

### Logaritmik Dönüşümler

$$s = c \log(L + r)$$

$c$  sabit

Piksel değerlerinde aşırı değişimlere sahip görüntüdeki dinamik alanı sıkıştırır.

### Kuvvet Dönüşümü

$$s = cr^y$$

$c, y$  = Pozitif sabitler

— Gamma düzeltmesi

— Örnek: CRT cihazlarında  $y = 1.8 - 2.5$

→ CRT cihazlarının çıkışı daha koyuluktur.

→ Bunu düzeltmek için görüntü  $s = cr^{(1/y)}$  düzeltmesi ile verilir.



## Kısmi doğrusal Dönüşüm Fonksiyonu

kontrast Açma

- İşlenecek görüntüde, gri seviyelerin d'aromik abını qamak için kullanılır.

Dönüşüm fonksiyonu aşağıdaki gibi olur;

$$S = \begin{cases} ar, & 0 \leq r \leq r_1 \\ B(r-r_1)+s_1, & r_1 \leq r \leq r_2 \\ C(r-r_2)+s_2, & r_2 \leq r \leq L-1 \end{cases}$$

-( $r_1, s_1$ ) ve ( $r_2, s_2$ ) kontrol noktası, dönüşüm fonk. sekimi belirler.

### Gri seviye Dilimleme

- Görüntüdeki özel bir gri aralığını açığa çıkarmak için kullanılır.

- İkinci yeklasıma orka plan görüntüyü ve gri tonbırasını korurken ilgililen gri seviyesini aydınlatma

### Bit düzeyi ile dilimleme

- Bazı özel bitler üzerinde işlem yaparak bütün görün-tü üzerinde belirginleştirme işlemidir.

- Sadece yüksek değeri bitler görsel olarak kapda değeri veriyi içerir.

### 6. slayt

### Histogram İşleme

- Histogram, bir sayısal görüntü içerisindeki 0-L-1 gri seviyelerinin dağılımını gösteren bir fonksiyondur.

(17)

- Histogram  $h(r_k) = n_k$

$\rightarrow r_k, k$  'inci gri seviye

$\rightarrow n_k, r_k$  gri seviyeye sahip piksel sayısı

$\rightarrow n$ , görüntüdeki toplam piksel sayısı

$\rightarrow k = 0, 1, 2, \dots, L-1$

- Normalize histogram  $p(r_k) = n_k / n$  (olasılık fonk.)

$\rightarrow$  Bileşenler toplamı = 1

$\rightarrow$  Kontrast bir resimde yavaşlık düşük değeriendir.

- Dg tip işleme vardır.

- Histogram eşitleme

- Histogram eşleştirme

- Yerel iyileştirme

- Gri seviyeler ayrı değerlerdir. Gri seviye olasılığı:

$$* p(r_k) = n_k / n, k = 0, 1, \dots, L-1$$

### Histogram Eşitleme

$$S_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} = \sum_{j=0}^k p(r_j)$$

- Kontrast açma ile benzer, fakat ton otomasyon avarıtaşı sunar.

### Histogram Eşleme (Özellendirme)

- Histogram eşitleme, etkileşimli bir görüntü iyileştir-meye izin vermez. Sadece doğrusal dağılımlı bir yeklasım sonucu olur.

(18)

- İyileştirmeye dayalı histogram düzeltme prosedürü şöyledir;

→ Asıl görüntü seviyeleri artırılır;

$$S = T(r_k) = \sum_{j=0}^L \frac{n_j}{n}$$

$n$  = Toplam piksel sayısı

$n_j$  =  $r_j$  gri seviyeli piksellerin toplamı

$L$  = Ayık gri seviye sayısı

- İstenen yoğunluk fonksiyonu tanımlanıp  $G(z)$  dönüşüm fonksiyonu bulunur;

$$V = G(z) = \sum_{i=0}^L p_i(w) \approx \sum_{i=0}^L \frac{n_i}{n}$$

giris olan özel  
istenen çıkışlık dağılım fonk.

- Birinci adımda bulunmuş seviyelere  $z = G^{-1}(s)$  ters dönüşüm fonksiyonu uygulanır.

$$z = G^{-1}(s) \rightarrow z = G^{-1}[T(r)]$$

7.5.104 Görüntü Farkı Alma

$$g(x, y) = f(x, y) - h(x, y)$$

- Örnek radyografide maske modu

-  $h(x, y)$  = maske

- Görüntü ortalaması  
- Gütütlü bir görüntü

$$g(x, y) = f(x, y) + n(x, y)$$

-  $M$  farklı görüntü/ü görüntü ortalaması

$$\bar{g}(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M g_i(x, y)$$

-  $M$  arttıkça pikselin değeri değeri azalır. (19)

Yerel iyileştirme

- Küçük alanlardaki görüntüyü iyileştirme gerekli olduğu durumlarda yapılır.

- Her bir piksel komşuluğundaki gri seviye dağılımına dayalı dönüşüm oluşturmaktadır.

Uzaysal Filtreleme

- Görüntü işleme için uzaysal maske kullanımıdır.

- Filtre doğrusal olmayabilir.

- Akçe geçiren filtre, frekans bölgesindeki yüksek frekanslı bileşenleri yok eder veya genişletir.

Keskin görüntü görüntüyü azaltır. Görüntü BULANIKLAŞIR

- Yüksek geçiren filtre, Akçe frekanslı bileşenleri azaltır. Sonuç görüntüde kenarlar ve diğer keskin görüntüler belirginleşir.

- Bant geçiren filtreler, Görüntü yenilenmesi işleminde kullanılır.

$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x+s, y+t)$$

$$a = (m-1)/2 \text{ ve } b = (n-1)/2,$$

$m \times n$  (Tek sayıda olmalı)

-  $x = 0, 1, \dots, M-1$  and  $y = 0, 1, \dots, N-1$

- Bu işlem katlarına dikkat bilinir

-  $3 \times 3$  bir filtre için  $h(x, y)$  katsayıları

$$R = w_1 z_1 + w_2 z_2 + w_3 z_3 + \dots + w_9 z_9$$

$$g(x, y) = f(x, y) - h(x, y)$$

## Yumusatma Filtreleri

(21)

— Median (ortolama) filtreleme (dağırsal alma)

→ Birinci olarak görüntüyü düzeltilmesinde kullanılır.  
İzole (bağımsız) seviyeler yok edilir.

8. sıraya

## Kestirilen Filtreler

— Ayrıntıyı belirginleştirmek veya bulanıktan ayrıntıyı iyileştirmek için kullanılır;

→ Yumusatma ~ integral  
→ Kestirilen ~ türev

\* Türev operatörleri

\* Temel yüksek geçiren uzaysal filtreler

\* Yüksek oturma filtreleri

## Türev Filtreleri

— Ortalama alma, integral içererek bulanıklaştırmaya neden oluyorsa, türev alma tersi sonucu durdurması ve görüntüyü kestirilmesi beklenir.

— Birinci türev;

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f(x+1) - f(x)$$

— İkinci türev

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x+1) + f(x-1) - 2f(x)$$

## Sayısal Fonksiyon Türevleri

— Birinci türev

— İkinci türev

## Görüntü

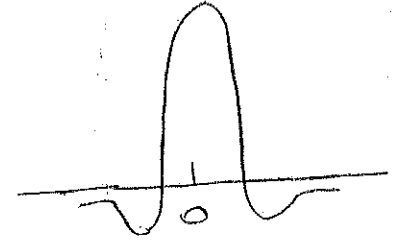
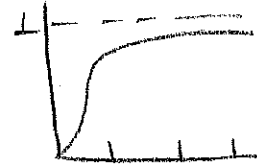
(22)

— Birinci Türev, görüntüde geçişin belirginleştirir.  
— İkinci Türev, ayrıntıyı belirlemede daha güçlüdür.

## Temel Yüksek Geçiren Uzaysal Filtreler

— Frekans bölgesinde  
filtrenin gözet kısmı

— Uzaysal bölgedeki filtrenin  
gözet kısmı



— Filtre, merkeze yakın pozitif kenarlara doğru negatif olmalıdır.

$$\frac{1}{9} \times \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

— Katsayların toplamı sıfır olmalıdır. Bu filtre pozitif ve negatif seviyeler boyunca hemen hemen karalıdır. maskenin çıkışı sıfırdır veya çok küçüktür.

8. sıraya

2-B İkinci Derece Türev ile Görüntü iyileştirme

— Laplace Operatörü (Dağırsal operatör)

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

— Ayık Bicim?

$$\frac{\partial^2 f}{\partial^2 x^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial^2 y^2} = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y)$$

Laplace

— Sayısal uygulaması iki bileşenin toplamıdır

$$\nabla^2 f = [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] - 4f(x, y)$$

$$g(x, y) = \begin{cases} f(x, y) - \nabla^2 f(x, y) & (I) \\ f(x, y) + \nabla^2 f(x, y) & (II) \end{cases}$$

I = Eğer maskenin merkezi negatif ise

II = Eğer maskenin merkezi pozitif ise

Basitleştirme

— Bu denklemlerden I. Denklem alınırsa, filtre ve asıl kısmı yeniden düzeltme şöyle olur

$$g(x, y) = f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)] + 4f(x, y)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial^2 x^2} = f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial^2 y^2} = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y)$$

(23)

Keskin olmayan maskelere Ek yükseltme Filtresi

Keskin noktaya sahip görüntü, normal görüntüden bulanık / bulanık görüntü çıkarılması ile elde edilebilir. Buna keskin olmayan maskelere denir.

$$f_s(x, y) = f(x, y) - \bar{f}(x, y)$$

— Yüksek geçiren Filtrelenmiş görüntü =

Asıl görüntü - Alçak Geçiren Filtrelenmiş Görüntü

Ek yükseltmeli Filtre

— Eğer A yükseltme faktörü ise

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Ek yükseltmeli} &= A \cdot \text{Asıl} - \text{Alçak Geçiren (Bulanık)} \\ &= (A-1) \cdot \text{Asıl} + \text{Asıl} - \text{Alçak Geçiren} \\ &= (A-1) \cdot \text{Asıl} + \text{Yüksek Geçiren} \end{aligned}$$

— A=1 : Standart yüksek geçiren sonucu

— A>1 : Ek yükseltmeli görüntü, kenarları iyileşmiş asıl görüntüye benzer bir görüntü (A değ. bağlı)

Birinci Türevler

— Görüntü işlemede türev hesaplamak için kullanılır en yaygın yöntem gradient ifadesi

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (x, y) \text{deki gradientler (türevler)}$$

— Bir vektörün genliği

$$\nabla f = \text{mag}(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} = \left[ \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2}$$

## The Gradient

- Profilite hesaplama?

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y|$$

- Diğer kullarımları ((Roberts) - 1965) :

$$G_x = (z_9 - z_5)$$

$$G_y = (z_8 - z_6)$$

- Yokluluk olarak genlik (Robert - Gradient operatörü) :

$$\nabla f = [(z_9 - z_5)^2] + [(z_8 - z_6)^2]^{1/2}$$

$$\nabla f \approx |z_9 - z_5| + |z_8 - z_6|$$

10. slayt :

### Temel Bilgiye

- Fourier : Bir periyodik fonksiyon  $\sin/\cos$  'lerin farklı katsayılar ile çarpılıp toplanması ile ifade edilebilir.
- Periyodik olmayan fonksiyonlarda,  $\sin/\cos$  'lerin farklı katsayılar ile çarpımın integrali olarak ifade edilebilir.

### Fourier Dönüşümüne Giriş

-  $f(x)$  : Gerçek  $x$  değişkeninin sürekli fonk. olarak ifade.

- Fourier Dönüşümü  $f(x)$  :

$$\tau \{f(x)\} = F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \exp[-j2\pi ux] dx$$

$$j = \sqrt{-1}$$

(25)

-  $(u)$  : frekans değişkeni.

- Denklem 1'in integrali sonucu  $\sin$  ve  $\cos$  terimleri içerir, ve...

-  $U$ 'nun her bir değeri uygun  $\sin - \cos$  çiftinin frekansını tanımlar.

- Verilen  $f(u)$ 'den,  $f(x)$  ten Fourier dönüşümü ile elde edilebilir?

$$\tau^{-1} \{f(u)\} = f(x)$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} F(u) \exp[j2\pi ux] du$$

- Yukarıdaki iki eşitlik Fourier dönüşüm çifti olarak tanımlanır.

### Ayrık Fourier Dönüşümü :

- Sürekli bir  $f(x)$ , eğer bir diziye ayrıştırılırsa :

$$\{f(x_0), f(x_0 + \Delta x), f(x_0 + 2\Delta x), \dots, f(x_0 + [N-1]\Delta x)\}$$

$N$  veya  $M$ ,  $\Delta x$  aralıklarıyla alınmış örnek sayısı.

### Fourier Dönüşümüne Giriş :

- Gerçek bir fonksiyonun Fourier transformu genellikle karmaşık olur ve kutupsal koordinatlar ile ifade edilirler.

-  $|F(u)|$  (genlik fonk.),  $f(x)$ 'in Fourier spektrumu ve  $\phi(u)$  ise fazıdır.

### 11. slayt Temel Filtrelere

- İmgenin ortalama değerini sıfır yapmak için :
- $f(0,0)$ , imgenin ortalama değeri verilir. Sonra,  $F(0,0) = 0$  yapar, ters dönüşümü alır.

(26)

- Çentik Filtre

Frekans Bölgesinde Gerekli İyileştirme

- İyileştirme tipi şöyle verilebilir

→ Alçak Geçiren Filtre: Yüksek frekanslı azaltır,

--- baskınlıdır veya yumuşatır

→ Yüksek Geçiren Filtre: Yüksek frekanslı bileşenleri

genliği alçak frekanslı bileşenlere göre artırır,

--- keskinleştirir

Uzay ve Frekans Bölgesi

- Katlama Teoremi

- (MxN) Boyutlu iki fark. katlaması

12. slayt

Uzay ve Frekans Bölgesi

Uzay ve frekans bölgesindeki filtreler bir Fourier çiftidir. Örneğin frekans bölgesinde verilen bir filtreye karşılık gelen uzay bölgesi yapı ters FT alınarak elde edilir.

Frekans Bölgesinde Yumuşatma

$$G(u,v) = H(u,v) F(u,v)$$

- Ideal

- parametre 2 filtre derecesi (Butterworth)

- Gauss

İdeal Filtre (Alçak Geçiren)

- ideal

→ D<sub>0</sub> yarıçaplı dairenin içine kalan bütün bileşenler değişimsizden geçer.

→ Bu dairenin dışında kalan bütün bileşenler tamamen yoktur.

(27)

- Butterworth Filtre (Alçak Geçiren)

- Bu filtrenin, geçen ve filtrelenen bileşenler arasında belirgin bir kesim burun kesim sızdırma yoktur.

13. slayt

Gauss Alçak Geçiren Filtre

-  $D(u,v)$  FT'nin merkezinden uzaklık

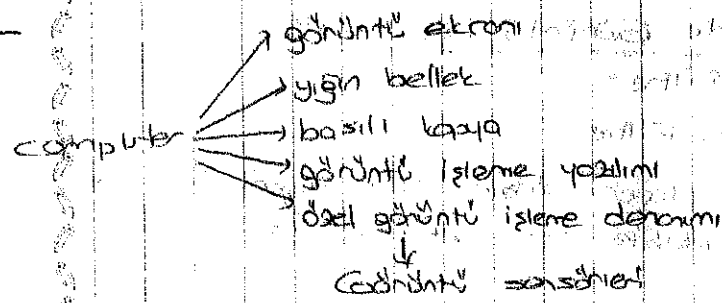
- Gauss filtresinin tersi FT'side Gauss yapıdır.

## Görüntü İşleme

- Düşük seviye işlemler  $\rightarrow$  kontrast
- Orta seviye işlemler  $\rightarrow$  bütünlük
- Yüksek seviye işlemler  $\rightarrow$  nesne tanımlama

## Görüntü İşlemede Önemli Adımlar

- 1) Görüntü Alma / Toplama
- 2) Ön İşlemler
- 3) Bölütlenme
- 4) Sunum ve Tanımlama
- 5) Tanım ve Yorumlama
- 6) Bilgi Tabanı Bileşenler



## İnsan Görmeye Algısı

- 1) Kontrast ve Seviye
- 2) Kromatik
- 3) Detay

## Weber Oranı

$$\Delta I$$

zihinsel algılanabilirlik farkının ifadesi

I  $\rightarrow$  ortamın ışık miktarı

$\rightarrow$  düşük oranı

## Basit Görüntü Modeli

Nesne ve Etki

$\Rightarrow$  Ağırlama x Yansıma

Görüntü Örneğine  $(x, y)$  koordinatındaki değere ve

- GN seviye kuantalama genişliği isaret eden

Bağıntı Pikseller arası bağlantı önemlidir çünkü bir görselde bölge bileşenlerinin ve nesne sınırlarını belirtmede önem kazanır.

Bit Sıklık 3 tip bit sıklık vardır

- $\rightarrow$  4-bit sıklık
- $\rightarrow$  8-bit sıklık
- $\rightarrow$  n-bit sıklık

Görüntü iyileştirme: Özel bir uygulama için aslından daha uygun bir sonuç için işlemektir. Doğal bölge yöntemleri ve

frekans bölgesi yöntemleri vardır.

Doğal bölge yöntemi: Bir görüntüyü oluşturan pikseller üzerinde doğrudan işlem yapan prosedürlerdir. Marka işleme ve

Frekans bölgesi yöntemi: Bir görüntüyü oluşturan piksellerin Fourier dönüşümü yapılarak frekans bölgesine taşınarak işleme yapılır.

Nesne iyileştirme: Zaten bir pikselin ağırlık yapısının değeri yöntemlerdir.

Basit temel yapılar dönüşümleri

- Görüntü Logaritması
- Logaritmik Dönüşümler
- Kuvvet Dönüşümü

## Kısmi doğrusal dönüşüm Fonksiyonları

- Kontrast Ayrıştırma görüntü, gri seviyelerin dinamik alanını açmak için kullanılır.
- Gri seviye Dilimleme Görüntüdeki özel bir gri aralığını açığa çıkarmak için kullanılır.
- Bit düzeyi ile Dilimleme Bazı özel bitler üzerinde işlem yaparak bütün görüntü üzerinde belligiştirme işlemi.
- Histogram İşleme Histogram, bir sayısal görüntü içerisinde 0-1-1 gri seviyelerinin dağılımını gösteren bir fonksiyondur. Her tip işleme vardır.

- Histogram eşitleme
- Histogram eşleştirme
- Yerel iyileştirme

Görüntü Farkı Alma  $g(x,y) = f(x,y) - h(x,y)$

Yerel iyileştirme Küçük alanlardaki görüntü iyileştirme gerektirir. <sup>maska</sup> kullanılır.

Doğrusal Filtreleme Görüntü işleme için doğrusal

maska kullanılır.

(İdeal Filtre) - (Butterworth) - (Gauss)

- Alacak geçen filtre yüksek frekanslı bileşenleri yok

eder veya genliği azalır. Keskin görüntü ayrıntıları azalır.

BULANIKLAŞTIR veya yumuşatma yapar.

- Yüksek geçen filtre Alacak frekanslı bileşenleri azaltır.

Sarıya görüntüde kenarlar ve diğer keskin ayrıntılar belligiştirme

- Bazı geçen filtreler Görüntü <sup>güçlendirme</sup> işleminde kullanılır.

- Yumuşatma filtreleri Görüntü düzeltilmesinde kullanılır. sivrilikler yok edilir.

- Keskinleştirme filtreleri Ayrıntıyı belligiştirme veya bulanıklardan ayrıntıyı iyileştirme için kullanılır.

→ Yumuşatma ~ Integral

→ Keskinleştirme ~ Türev

Keskin olmayan maskelere Ek yükseltme filtreleri.

keskin noktalara sahip görüntü, normal görüntüden bulanık görüntü alınması ile elde edilebilir. buna keskin olmayan maskelere denir.

Frekans Bölgesinde Görüntü İyileştirme

- Alacak geçen Filtre

- Yüksek geçen Filtre

Kontrastı sürekli olarak azaltan veya artırarak görüntüde ifade edilebilen hale getirilmesidir.