Görüntü İşleme

Yapay Zekâ ve Veri Dersleri Rehberi · Kısım III: Sinyal, Görüntü ve Ses

Görüntü nedir? | İyileştirme | Süzgeç ve evrişim | Kenar ve bölütleme | Sıkıştırma | Komşu dersler

Sercan KÜLCÜ · Giresun Üniversitesi · Bilgisayar Mühendisliği

© Sercan Külcü. Tüm hakları saklıdır. · Sunumun etkileşimli HTML sürümü: https://sercankulcu.github.io/files/ai_courses/sunumlar/Bolum_17_Goruntu_Isleme.html

GİRİŞ

Ders Hangi Soruyu Sorar?

> **Bir görüntü nasıl iyileştirilir, dönüştürülür ve parçalara ayrılır?**

Görüntü işleme, bir görüntüyü alıp **yeni bir görüntüye** ya da bölgelere dönüştüren yöntemleri inceler: gürültüyü azaltmak, karşıtlığı artırmak, kenarları ve nesne sınırlarını bulmak. Girdi de çıktı da görüntüdür; görüntüde ne olduğunu anlamak bilgisayarlı görünün işidir.

Bir bakışta

YAKLAŞIM	GİRDİ	ÇIKTI
piksel düzeyinde dönüşüm	görüntü	işlenmiş görüntü ya da bölgeler

BAŞARI ÖLÇÜTÜ	MATEMATİK YÜKÜ	VERİ İHTİYACI
görsel kalite, PSNR	orta: evrişim, Fourier	az; öğrenme şart değil

Kısa Tarihçe

1920'ler
Bartlane sistemi gazete fotoğraflarını Atlantik ötesine kabloyla, sayısal kodlanmış olarak iletir.

1957
Russell Kirsch ilk sayısal taranmış fotoğrafı oluşturur: bebek oğlunun 176×176 piksellik görüntüsü.

1964
JPL, Ranger 7 sondasının Ay görüntülerini bilgisayarla düzeltir; sayısal görüntü işleme doğar.

1979
Otsu, histogramdan otomatik eşik seçen yöntemini yayımlar; bugün de en çok kullanılan eşikleme.

1986
Canny kenar bulucusu yayımlanır: gürültüye dayanıklı, ince ve sürekli kenarlar.

1992
JPEG standardı kabul edilir; DCT tabanlı kayıplı sıkıştırma fotoğrafın ortak dili olur.

DERS

Temel Kavramlar

Piksel ve kanal
Görüntü bir sayı matrisidir; renkte üç kanal.

Histogram
Parlaklık dağılımı; histogram eşitleme ile karşıtlık.

Uzamsal süzgeç
Komşu piksellerle evrişim: bulanıklaştırma, keskinleştirme.

Frekans uzayı
2B Fourier dönüşümü; periyodik gürültüyü süzme.

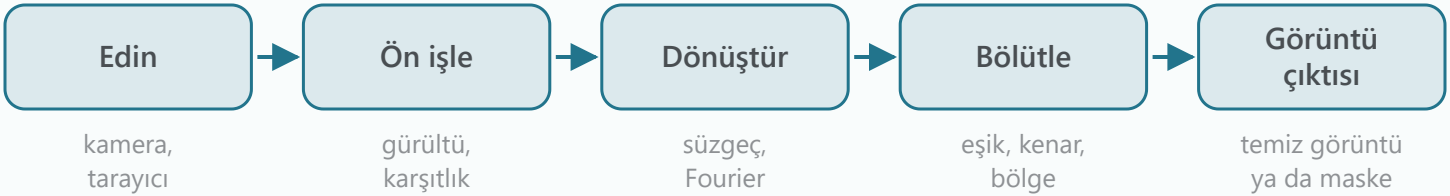
Kenar bulma
Gradyan, Sobel ve Canny ile parlaklık sıçramaları.

Eşikleme
Ön planı arka plandan ayırmak; Otsu yöntemi.

Morfoloji
Aşındırma, genişletme: ikili şekilleri düzeltme.

Bölütleme
Görüntüyü bölgelere ayırmak: bölge büyütme, havza.

Tipik İş Akışı



Örnek: Taranmış eski bir belge önce medyan süzgeçle lekelerden arındırılır, histogram eşitleme ile karşıtlığı artırılır, Otsu eşiğiyle siyah-beyaza çevrilir ve morfolojik işlemlerle harfler düzeltilir. Çıktı temiz bir görüntüdür; harfleri okumak ise bilgisayarlı görünün işidir.

DERS

Derste Neler İşlenir?

1. Görüntü oluşumu, örnekleme ve nicemleme
2. Nokta işlemleri ve histogram eşitleme
3. Uzamsal süzgeçler: yumuşatma ve keskinleştirme
4. 2B Fourier dönüşümü ve frekans uzayında süzme
5. Görüntü onarımı: gürültü modelleri, Wiener süzgeci
6. Renk uzayları ve renkli görüntü işleme
7. Geometrik dönüşümler ve ara değerleme
8. Kenar bulma: gradyan, Sobel, Canny
9. Eşikleme ve Otsu yöntemi
10. Morfolojik işlemler
11. Bölütleme: bölge büyütme, havza, bileşen etiketleme
12. Görüntü sıkıştırma: DCT ve JPEG

Kazandırdığı beceriler

- OpenCV ile görüntü işlem hattı kurmak
- scikit-image ile bölütleme
- süzgeç ve çekirdek tasarlamak
- histogram ve spektrum yorumlamak
- ImageJ ile ölçüm yapmak

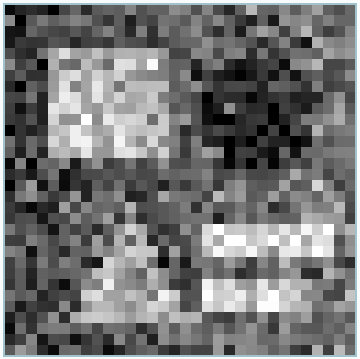
Tipik bir dönemin akışıdır; sıra ve kapsam üniversiteden üniversiteye değişir.

DENE

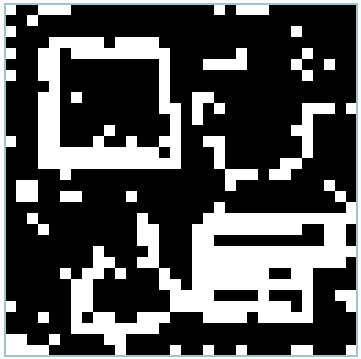
Gürültülü Görüntüde Kenar Bulmak

Kalite kontrol kamerası 32×32 gri tonlu bir parça görüntüsü verdi; sensör gürültülü. Adımları açıp kapatın, eşiği kaydırın: bulunan kenarların ne kadarı gerçekten şeklin sınırında?

Girdi (gürültülü)



Çıktı: kenar gücü → eşik



1. Bulanıklaştır | **2. Sobel kenar** | **3. Eşikle**

Eşik = **70**

Kenar pikseli: 302 / 1024
Gerçek sınırda olan: %78
Sınırın yakalanan kısmı: %67
Denge (F1): **0,72**

Gauss (÷16)

1	2	1
2	4	2
1	2	1

Sobel Gx

−1	0	1
−2	0	2
−1	0	1

Sobel Gy

−1	−2	−1
0	0	0
1	2	1

Eşik

≥ 70

Her adım gerçek bir 3×3 **evrişim**. Bulanıklaştırıp eşiği biraz düşürün: gürültü kenarları azalır, F1 artar.

Görüntü işlemede girdi de çıktı da **görüntüdür**: süzgeçler pikselleri dönüştürür, karar vermez. Ders, hangi çekirdeğin ne yaptığını ve adımların sırasının sonucu nasıl değiştirdiğini öğretir.

KONUM

Ön Koşullar

Bu dersten önce bilinmesi yararlı olan dersler ve neden gerektikleri.

Ders	Neden gerekir
Sayısal Sinyal İşleme	iki boyutlu sinyal, evrişim, Fourier dönüşümü
Doğrusal cebir ve analiz	matris işlemleri, türev ve gradyan: süzgeç ve kenarın dili
Programlama	Python ya da C ile iki boyutlu dizilerde döngüler
Veri Yapıları	kuyruk ve birleşim-bul: bölge büyütme ve bağlı bileşen etiketleme

KONUM

Bu Ders Sana Göre mi?

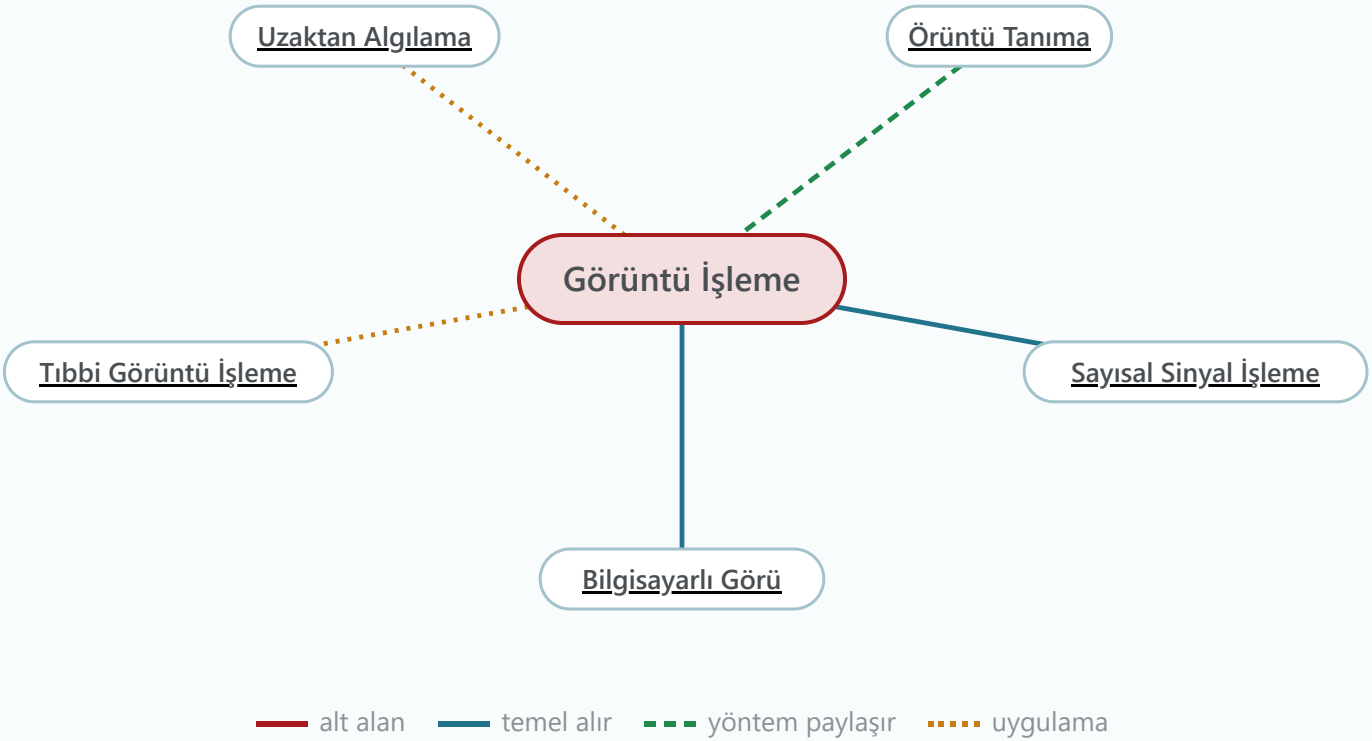
Kendine sor; "hayır" dediklerin için sağdaki sütun nereden başlayacağını gösterir.

Kendine sor	Hayırsa önce
Bir matrisin her elemanını iç içe döngüyle gezebiliyor musun?	Programlamaya giriş, ardından NumPy'a kısa bir giriş
Kısmi türevin ve gradyanın ne olduğunu açıklayabiliyor musun?	Analiz dersindeki türev ve kısmi türev konuları
Matris çarpımı ve vektör iç çarpımı yapabiliyor musun?	Doğrusal Cebir
Bir sinyalin frekans bileşenlerinin ne olduğunu açıklayabiliyor musun?	Sayısal Sinyal İşleme

Çoğuna "evet" diyebiliyorsan derse hazırsın; bir ya da iki "hayır" dönem içinde kapanabilir.

KONUM

Dersin Komşuları



ÖRTÜŞME

Örtüştüğü Dersler

İlişki	Ders	Ortak konu
temel alır	Bu ders Sayısal Sinyal İşleme dersini temel alır	iki boyutlu sinyal, evrişim, Fourier dönüşümü
temel alır	Bilgisayarlı Görü bu dersi temel alır	kenar, filtre, bölütleme
uygulama	Tıbbi Görüntü İşleme bu dersin yöntemlerini uygular	gürültü giderme, bölütleme, çakıştırma
uygulama	Uzaktan Algılama bu dersin yöntemlerini uygular	çok bantlı görüntü, düzeltme
yöntem paylaşır	Örüntü Tanıma ile yöntem paylaşır	öznitelik çıkarma, şablon eşleme

Ayrıştığı Noktalar (1/2)

Ölçüt	Görüntü İşleme	Bilgisayarlı Görü	Sayısal Sinyal İşleme
Temel soru	Bir görüntü nasıl iyileştirilir, dönüştürülür ve parçalara ayrılır?	Bilgisayar bir görüntüde ya da videoda ne olduğunu nasıl anlar?	Örneklenmiş sinyaller nasıl çözümlenir, süzülür ve dönüştürülür?
Yaklaşım	piksel düzeyinde dönüşüm	görüntüden anlam çıkarma	matematiksel dönüşüm ve süzgeç
Girdi	görüntü	görüntü ya da video	örneklenmiş sinyal
Çıktı	işlenmiş görüntü ya da bölgeler	etiket, kutu, derinlik, 3B yapı	süzülmüş sinyal, spektrum
Başarı ölçütü	görsel kalite, PSNR	doğruluk, mAP, IoU	sinyal-gürültü oranı, frekans yanıtı
Matematik yükü	orta: evrişim, Fourier	yüksek: geometri, doğrusal cebir	yüksek: karmaşık sayı, Fourier
Veri ihtiyacı	az; öğrenme şart değil	çok etiketli görüntü	öğrenme yok; sinyal yeter

- **Bilgisayarlı Görü:** Görüntü işlemede girdi de çıktı da görüntüdür; bilgisayarlı görüde girdi görüntü, çıktı anlamdır: etiket, kutu, derinlik.
- **Sayısal Sinyal İşleme:** Sinyal işleme bir boyutlu zaman sinyaliyle çalışır; görüntü işleme aynı evrişim ve Fourier araçlarını iki boyuta taşır.

AYRIŞMA

Ayrıştığı Noktalar (2/2)

Ölçüt	Görüntü İşleme	Bilgisayar Grafiği	Tıbbi Görüntü İşleme
Temel soru	Bir görüntü nasıl iyileştirilir, dönüştürülür ve parçalara ayrılır?	Bir sahnenin tanımından gerçekçi bir görüntü nasıl üretilir?	Röntgen, BT ve MR görüntüleri tanıya ve tedaviye nasıl yardım eder?
Yaklaşım	piksel düzeyinde dönüşüm	geometri ve ışık benzetimi	görüntü işleme ve klinik bilgi
Girdi	görüntü	sahne: model, ışık, kamera	BT, MR, röntgen, ultrason
Çıktı	işlenmiş görüntü ya da bölgeler	görüntü ya da animasyon	bölütleme, ölçüm, tanı önerisi
Başarı ölçütü	görsel kalite, PSNR	gerçekçilik, kare hızı	duyarlılık, özgüllük, Dice
Matematik yükü	orta: evrişim, Fourier	yüksek: doğrusal cebir, geometri	orta-yüksek
Veri ihtiyacı	az; öğrenme şart değil	gerekmez	az; etiket pahalı

- **Bilgisayar Grafiği:** Grafik sahne tanımından görüntü üretir; görüntü işleme var olan bir görüntüyü alıp dönüştürür.
- **Tıbbi Görüntü İşleme:** Tıbbi görüntü işleme bu dersin yöntemlerini BT ve MR gibi tıbbi görüntülere, klinik kısıtlarıyla birlikte uygular.

UYGULAMA

Uygulama Alanları

Fotoğraf düzenleme
Parlaklık, keskinlik, gürültü azaltma.

Belge tarama
Eğriliği düzeltme, siyah-beyaza çevirme.

Sıkıştırma
JPEG, PNG ve video kodlama.

Endüstriyel denetim
Üründe çizik ve leke bölgelerini ayırmak.

Mikroskopi
Hücreleri bölütleme ve sayma.

Ön işleme
Görü ve tıbbi modellere temiz girdi.

UYGULAMA

Riskler ve Etik

Görüntü sahteciliği

Aynı araçlar fotoğraftan nesne silmeye ya da eklemeye yarar; düzenlenmiş görüntü kanıt diye sunulabilir.

Bozulan kanıt

Adli ya da tıbbi görüntüde kayıplı JPEG ve keskinleştirme ayrıntıyı değiştirir; özgün dosya saklanmalıdır.

Uydurma ayrıntı

Süper çözünürlük ve gürültü giderme sahnede olmayan ayrıntı üretebilir; bu ayrıntı gerçek sanılabilir.

Elle ayarlanmış eşik

Tek bir görüntüye bakılarak seçilen eşik ve parametreler, ışık değişince sessizce başarısız olur.

Ayrıntılı tartışma: Açıklanabilir Yapay Zekâ ve Yapay Zekâ Etiği.

UYGULAMA

Araçlar ve Örnek Veriler

Araçlar ve kütüphaneler

OpenCV | scikit-image | Pillow | ImageJ / Fiji | MATLAB Image Processing Toolbox | GIMP

Klasik test görüntüleri ve veri setleri

USC-SIPI test görüntüleri | Kodak görüntü seti | BSDS500 (Berkeley bölütleme) | DIV2K (süper çözünürlük) | Cameraman ve Peppers

Görüntü işlemede çoğu zaman **tek bir görüntü** yeter: yöntem önceden tanımlıdır, veriden öğrenilmez. Büyük etiketli veri setleri bilgisayarlı görünün ihtiyacıdır.

UYGULAMA

Sık Karıştırılanlar

Yaygın düşünce	Doğrusu
Görüntü işleme ile bilgisayarlı görü aynı şeydir.	Görüntü işleme görüntüyü dönüştürür; görü görüntüden anlam çıkarır. Biri ötekinin ön adımıdır.
Keskinleştirme kaybolan ayrıntıyı geri getirir.	Keskinleştirme var olan kenarları belirginleştirir; kaydedilmemiş ayrıntı geri gelmez.
Artık her şeyi derin öğrenme yapıyor.	Kalibrasyon, sıkıştırma, ön işleme ve hızlı endüstriyel denetimde klasik yöntemler hâlâ esastır.
Görüntüyü büyütmek çözünürlüğü artırır.	Ara değerleme yeni piksel üretir ama yeni bilgi üretmez; görüntü yalnızca büyür.

SONRASI

Bu Dersten Sonra

Bu dersi temel alan ya da genişleten dersler

Bilgisayarlı Görü | Tıbbi Görüntü İşleme | Uzaktan Algılama

İlgili meslekler

- Görüntü işleme mühendisi
- Gömülü görü mühendisi
- Kalite kontrol sistemleri mühendisi
- Biyomedikal görüntüleme uzmanı

Görüntü işleme, görüntüyle çalışan bütün derslerin ortak ön adımıdır. Görüntüden anlam çıkarmak için bilgisayarlı görüye, uygulamaya yönelmek için tıbbi görüntü işleme ya da uzaktan algılamaya geçilir. Ters yönde, görüntü üretmeyi bilgisayar grafiği inceler.

SONRASI

Kaynaklar

- Gonzalez ve Woods, *Digital Image Processing*, 4. baskı, Pearson, 2018.
- Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, 1989.
- Burger ve Burge, *Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction*, 3. baskı, Springer, 2022.
- Canny, "A Computational Approach to Edge Detection", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 8(6), 1986.

Son

Bölüm 17: Görüntü İşleme

← Önceki bölüm · Alanın haritası · Sonraki bölüm →