Uzaktan Algılama

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

Uydu ve algılayıcı | Spektral bantlar | Düzeltmeler | Sınıflandırma | Değişim tespiti | 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_21_Uzaktan_Algilama.html

GİRİŞ

Ders Hangi Soruyu Sorar?

Uydu ve hava görüntülerinden yeryüzü hakkında ne öğrenilir?

Uzaktan algılama, yeryüzüne dokunmadan, uydu, uçak ya da insansız hava aracındaki algılayıcılarla **yansıyan ve yayılan enerjiyi** ölçerek bilgi çıkarır. Görüntü yalnızca renkli bir fotoğraf değil, her bandı farklı bir fiziksel ölçüm taşıyan çok bantlı bir veridir.

Bir bakışta

YAKLAŞIM	GİRDİ	ÇIKTI
fiziksel algılama ve görüntü çözümleme	çok bantlı uydu görüntüsü	arazi haritası, değişim

BAŞARI ÖLÇÜTÜ	MATEMATİK YÜKÜ	VERİ İHTİYACI
harita doğruluğu, kappa	orta	çok; etiket sınırlı

GİRİŞ

Kısa Tarihçe

1858
Nadar, bir balondan Paris'in fotoğrafını çeker: bilinen ilk hava fotoğrafı.

1960
İlk meteoroloji uydusu TIROS-1 fırlatılır; bulutlar uzaydan düzenli görüntülenir.

1972
Landsat 1 fırlatılır: yeryüzünü çok bantlı izleyen ilk sivil uydu programı.

1978
Seasat, uzaydan sentetik açıklıklı radar (SAR) görüntüsü alan ilk sivil uydu olur.

2008
ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS), Landsat arşivini herkese ücretsiz açar.

2015
Sentinel-2A fırlatılır; Copernicus programının açık verisiyle sık ve ücretsiz görüntü çağı başlar.

DERS

Temel Kavramlar

Elektromanyetik tayf
Görünür, kızılötesi, termal ve mikrodalga bantlar.

Pasif ve aktif
Güneş ışığını ölçen optik ya da kendi sinyalini yollayan radar.

Çözünürlük türleri
Uzamsal, spektral, zamansal ve radyometrik.

Spektral imza
Su, bitki ve toprak her bantta farklı yansıtır.

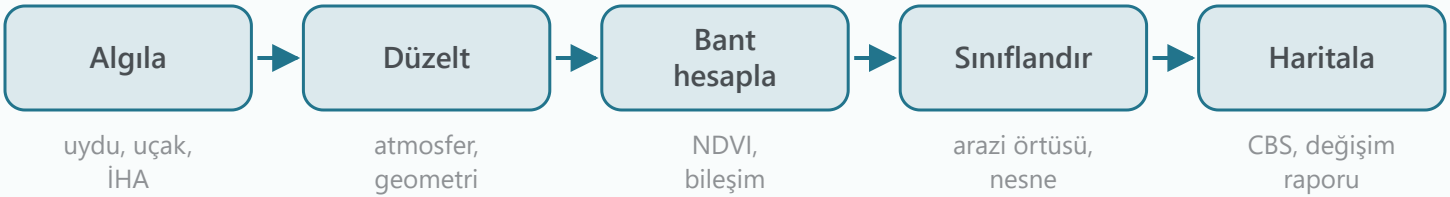
Bant indeksleri
NDVI ile bitki örtüsü, NDWI ile su.

Düzeltmeler
Atmosfer, yer şekli ve geometrik düzeltme.

Arazi sınıflandırma
Her pikseli orman, tarla, kent, su olarak etiketlemek.

Değişim tespiti
Farklı tarihlerin görüntülerini karşılaştırmak.

Tipik İş Akışı



Örnek: Bir orman yangınından önce ve sonra çekilen Sentinel-2 görüntüleri atmosfer için düzeltilir. Yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi bantlardan yanma indeksi hesaplanır; iki tarih arasındaki fark yanan alanı ortaya çıkarır. Sonuç hektar olarak ölçülüp haritaya işlenir.

DERS

Derste Neler İşlenir?

1. Elektromanyetik ışınım ve yüzeyle etkileşimi
2. Algılayıcılar, platformlar ve çözünürlük türleri
3. Radyometrik ve atmosferik düzeltme
4. Geometrik düzeltme, koordinat sistemleri, izdüşüm
5. Görüntü iyileştirme ve renk bileşimleri
6. Spektral indeksler: NDVI, NDWI
7. Denetimli ve denetimsiz arazi sınıflandırması
8. Doğruluk değerlendirmesi ve yer doğrulaması
9. Değişim tespiti ve zaman serisi çözümlemesi
10. Termal algılama ve LiDAR
11. Radar (SAR) görüntüleri ve interferometri
12. Uydu görüntüsünde derin öğrenme

Kazandırdığı beceriler

QGIS ile raster ve vektör katmanlar

Google Earth Engine ile zaman serisi

GDAL ve rasterio ile görüntü işlemek

doğruluk tablolu arazi haritası

NDVI gibi indeksleri yorumlamak

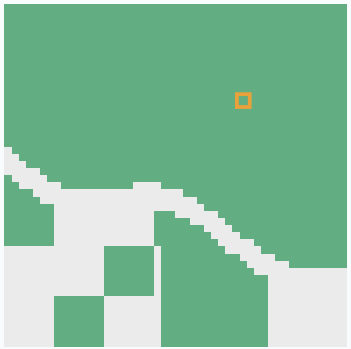
Tipik bir dönemin akışıdır; sıra ve kapsam üniversiteden üniversiteye değişir.

DENE

Orman Kaybını Uydudan Ölçmek

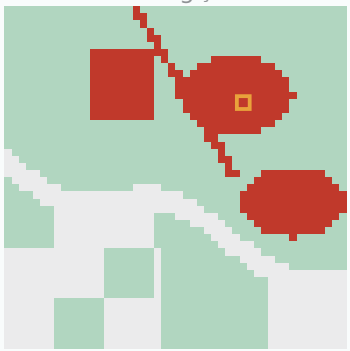
Aynı bölgenin iki tarihli uydu görüntüsünde kırmızı ve yakın kızılötesi (YKÖ) bantlar var. NDVI ile bitki örtüsünü bulun, eşiği kaydırın ve kaç hektar ormanın kaybolduğunu ölçün; bir piksele tıklayıp değerine bakın.

2019: bitki örtüsü



bitki

2019 → 2024 değişim



kayıp kazanç bulut

Görüntü | NDVI | **Değişim** | Bulutu ayıkla

Bitki eşiği: NDVI ≥ **0,50**

Bitki örtüsü: %77 → %61
Kaybolan: **33,1 ha** (2019 örtüsünün **%21**'i)
Kazanılan: 0,0 ha

Seçili piksel (30×30 m), NDVI = (YKÖ − K) / (YKÖ + K):
2019: (0,44 − 0,04) / (0,44 + 0,04) = **0,83**
2024: (0,27 − 0,19) / (0,27 + 0,19) = **0,18**

Uzaktan algılama, gözün görmediği bantları **fiziksel bir göstergeye** çevirir. Ders, bant oranlarını, bulut gibi bozucuları ayıklamayı ve değişimi alan olarak ölçmeyi öğretir.

KONUM

Ön Koşullar

Bu dersten önce bilinmesi yararlı olan dersler ve neden gerektikleri.

Ders	Neden gerekir
Görüntü İşleme	çok bantlı görüntü, düzeltme
Bilgisayarlı Görü	arazi sınıflandırma, değişim tespiti
Fizik	elektromanyetik dalga, yansıma ve soğurma
Coğrafi bilgi sistemleri	koordinat sistemleri, harita izdüşümleri ve katmanlar
Programlama	Python ile büyük dizi ve dosya işlemleri

KONUM

Bu Ders Sana Göre mi?

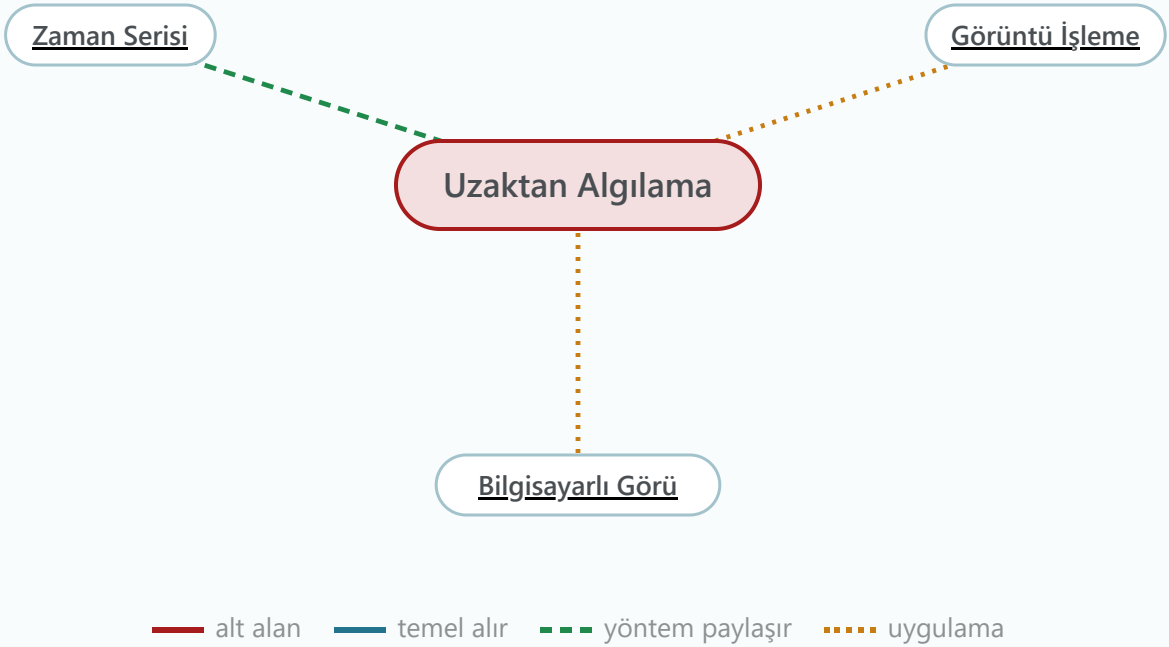
Kendine sor; "hayır" dediklerin için sağdaki sütun nereden başlayacağını gösterir.

Kendine sor	Hayırsa önce
Elektromanyetik tayfın görünür ve kızılötesi bölgelerini açıklayabiliyor musun?	Lise fiziğindeki elektromanyetik dalgalar konusu
Enlem-boylam ile izdüşümlü (metre) koordinat farkını açıklayabiliyor musun?	QGIS ile kısa bir CBS giriş eğitimi
Bir görüntüye histogram ve eşikleme uygulayabiliyor musun?	Görüntü İşleme
Bir sınıflandırıcı eğitip karışıklık matrisini yorumlayabiliyor musun?	Makine Öğrenmesi

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

KONUM

Dersin Komşuları



ÖRTÜŞME

Örtüştüğü Dersler

İlişki	Ders	Ortak konu
uygulama	Bu ders Görüntü İşleme yöntemlerini uygular	çok bantlı görüntü, düzeltme
uygulama	Bu ders Bilgisayarlı Görü yöntemlerini uygular	arazi sınıflandırma, değişim tespiti
yöntem paylaşır	Zaman Serisi Analizi ve Tahmin ile yöntem paylaşır	çok zamanlı görüntü serileri

Ayrıştığı Noktalar (1/2)

Ölçüt	Uzaktan Algılama	Görüntü İşleme	Bilgisayarlı Görü
Temel soru	Uydu ve hava görüntülerinden yeryüzü hakkında ne öğrenilir?	Bir görüntü nasıl iyileştirilir, dönüştürülür ve parçalara ayrılır?	Bilgisayar bir görüntüde ya da videoda ne olduğunu nasıl anlar?
Yaklaşım	fiziksel algılama ve görüntü çözümleme	piksel düzeyinde dönüşüm	görüntüden anlam çıkarma
Girdi	çok bantlı uydu görüntüsü	görüntü	görüntü ya da video
Çıktı	arazi haritası, değişim	işlenmiş görüntü ya da bölgeler	etiket, kutu, derinlik, 3B yapı
Başarı ölçütü	harita doğruluğu, kappa	görsel kalite, PSNR	doğruluk, mAP, IoU
Matematik yükü	orta	orta: evrişim, Fourier	yüksek: geometri, doğrusal cebir
Veri ihtiyacı	çok; etiket sınırlı	az; öğrenme şart değil	çok etiketli görüntü

- **Görüntü İşleme:** Görüntü işleme genel yöntemleri verir; uzaktan algılama onları çok bantlı, fiziksel ölçüm taşıyan uydu görüntülerine uygular.
- **Bilgisayarlı Görü:** Görü sıradan fotoğrafta nesne tanır; uzaktan algılama spektral imza ve konum bilgisiyle yeryüzünü haritalar.

Ayrıştığı Noktalar (2/2)

Ölçüt	Uzaktan Algılama	Zaman Serisi	Tıbbi Görüntü İşleme
Temel soru	Uydu ve hava görüntülerinden yeryüzü hakkında ne öğrenilir?	Zamana bağlı ölçümlerden yapı nasıl çıkarılır ve gelecek nasıl tahmin edilir?	Röntgen, BT ve MR görüntüleri tanıya ve tedaviye nasıl yardım eder?
Yaklaşım	fiziksel algılama ve görüntü çözümleme	zamana bağlı istatistiksel model	görüntü işleme ve klinik bilgi
Girdi	çok bantlı uydu görüntüsü	zaman damgalı ölçümler	BT, MR, röntgen, ultrason
Çıktı	arazi haritası, değişim	tahmin, eğilim, mevsimsellik	bölütleme, ölçüm, tanı önerisi
Başarı ölçütü	harita doğruluğu, kappa	tahmin hatası (MAE, RMSE)	duyarlılık, özgüllük, Dice
Matematik yükü	orta	orta-yüksek	orta-yüksek
Veri ihtiyacı	çok; etiket sınırlı	uzun geçmiş	az; etiket pahalı

- **Zaman Serisi:** Zaman serisi analizi genel yöntemleri verir; uzaktan algılama aynı yerin yıllar boyu görüntüsünde değişimi izler.
- **Tıbbi Görüntü İşleme:** İkisi de görüntüyü fiziksel bir ölçüm olarak ele alır; tıbbi görüntü vücudu, uzaktan algılama yeryüzünü ölçer.

UYGULAMA

Uygulama Alanları

Tarım
Ürün sağlığı, verim tahmini, sulama.

Ormancılık
Yangın alanı, ormansızlaşma takibi.

Afet yönetimi
Deprem ve sel sonrası hasar haritası.

Kent planlama
Yapılaşma ve kentsel genişleme.

İklim ve çevre
Buzul, deniz yüzeyi ve kuraklık izleme.

Savunma
Keşif ve hedef bölgesi analizi.

UYGULAMA

Riskler ve Etik

Gözetim ve mahremiyet

Yüksek çözünürlüklü uydu ve İHA görüntüsü, kişilerin evini, aracını ve hareketlerini izinsiz izlemeye yarayabilir.

Yer doğrulamasız harita

Sahada denetlenmemiş bir sınıflandırma haritası, yüksek doğruluk raporlasa da tarım ya da afet kararını yanıltabilir.

Bulut ve gölge

Maskelenmeyen bulut ve gölgeler, değişim tespitinde sahte orman kaybı ya da sel gibi görünür.

Aktarılamayan model

Avrupa verisiyle eğitilen model başka iklim ve tarım düzeninde sessizce yanılır; her bölgede yeniden doğrulanmalı.

Ayrıntılı tartışma: Açıklanabilir Yapay Zekâ ve Yapay Zekâ Etiği.

UYGULAMA

Araçlar ve Örnek Veriler

Araçlar ve kütüphaneler

Google Earth Engine | QGIS | GDAL | rasterio | ESA SNAP | TorchGeo

Tanınmış veri setleri

Landsat arşivi | Sentinel-1 ve Sentinel-2 | EuroSAT | BigEarthNet | SpaceNet | UC Merced Land Use

Uydu görüntüsü **bol ve ücretsizdir**, ama doğru etiket sınırlıdır: yer doğrulaması için sahaya gitmek gerekir.

UYGULAMA

Sık Karıştırılanlar

Yaygın düşünce	Doğrusu
Uydu görüntüsü sıradan bir renkli fotoğraftır.	Görüntüde gözün göremediği kızılötesi, termal ve radar bantları da vardır.
Daha yüksek uzamsal çözünürlük hep daha iyidir.	Geniş alan ve sık tekrar için orta çözünürlük çoğu zaman daha uygundur.
Bulut varsa uydu bir şey göremez.	Optik algılayıcı göremez; radar (SAR) bulutun ve gecenin içinden görür.
Bu yalnızca bir görüntü işleme dersidir.	Algılayıcı fiziği, atmosfer, harita izdüşümü ve saha doğrulaması da dersin parçasıdır.

SONRASI

Bu Dersten Sonra

Bu dersi temel alan ya da genişleten dersler

Bu ders çoğunlukla uç noktadır; öteki dersleri temel alır.

İlgili meslekler

Uzaktan algılama uzmanı

CBS uzmanı

Tarım teknolojileri mühendisi

Çevre ve iklim veri analisti

Harita mühendisi

Uzaktan algılama, görüntü işleme ve bilgisayarlı görünün yeryüzüne uygulanmasıdır; zaman serisi analizi ve büyük veri sistemleriyle birleşir. Buradan iklim ve tarım veri bilimine, coğrafi bilgi sistemlerine ya da derin öğrenmeyle uydu görüntüsü çözümlemeye geçilebilir.

SONRASI

Kaynaklar

- Lillesand, Kiefer ve Chipman, *Remote Sensing and Image Interpretation*, 7. baskı, Wiley, 2015.
- Jensen, *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*, 2. baskı, Pearson, 2007.
- Campbell ve Wynne, *Introduction to Remote Sensing*, 5. baskı, Guilford Press, 2011.
- Richards, *Remote Sensing Digital Image Analysis*, 5. baskı, Springer, 2013.

Son

Bölüm 21: Uzaktan Algılama

← Önceki bölüm · Alanın haritası · Sonraki bölüm →