

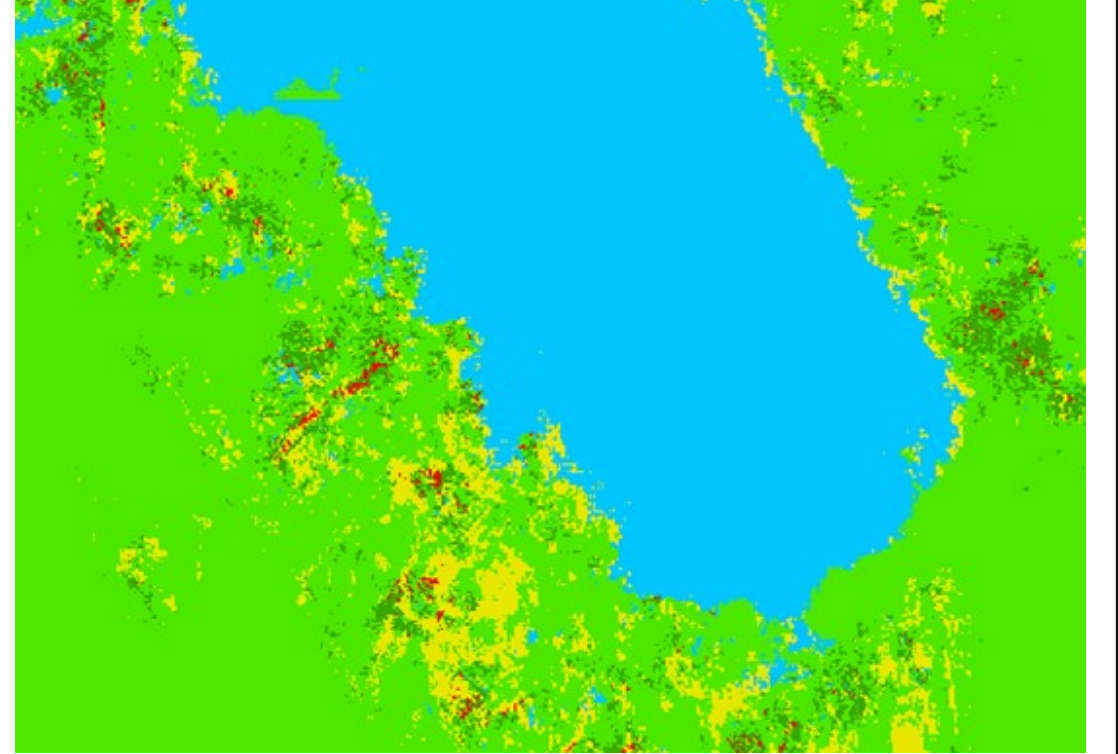
YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

12. HAFTA

Derin Öğrenme ile Coğrafi Görüntü Analizi

YBS 363 · Ankara Bilim Üniversitesi

Dr. Murat BAŞEĞMEZ



Öğrenme çıktıları

Ders sonunda öğrenci

- Görüntü sınıflandırma, nesne tespiti ve segmentasyon görevlerini ayırt eder
- Etiket şeması ve image chip üretim kararlarını açıklar
- ArcGIS Pro derin öğrenme iş akışını eğitimden çıkarıma kadar yürütür
- IoU, precision, recall ve mAP ölçütlerini mekânsal genelleme ile birlikte yorumlar

Çıktılar kavram, uygulama ve eleştirel değerlendirme düzeylerini birlikte kapsar.

Üç saatlik ders akışı

12. HAFTA

00–55 dk

Görüntüden coğrafi bilgi üretimi

55–110 dk

Eğitim verisi ve model öğrenmesi

Ara

10 dakika

120–165 dk

ArcGIS Pro derin öğrenme iş akışı ve Değerlendirme ve aktarılabilirlik

165–180 dk

Laboratuvar başlangıcı ve değerlendirme

BÖLÜM 1

Görüntüden coğrafi bilgi üretimi

Görev türü beklenen coğrafi çıktıya göre seçilir

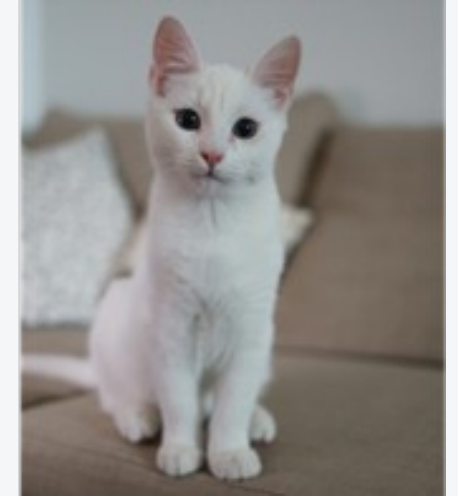
Bu bölümde kavram, yöntem ve uygulama bağlantısı kurulacaktır.

Görüntü sınıflandırma

GÖRÜNTÜDEN COĞRAFI BİLGİ ÜRETİMİ

Her görüntü veya nesne parçasına tek bir sınıf atanır

- Örnek: görüntü parçası için yerleşim, tarım veya orman sınıfı
- Çıktı konum değil, görüntü veya nesne etiketidir.
- Sahne içindeki küçük nesnelerin yerini göstermez.
- Sınıf dengesi ve coğrafi çeşitlilik eğitimde korunmalıdır.



Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

Nesne tespiti

GÖRÜNTÜDEN COĞRAFI BİLGİ ÜRETİMİ

Model nesnenin sınıfını ve konumunu bounding box ile üretir



Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

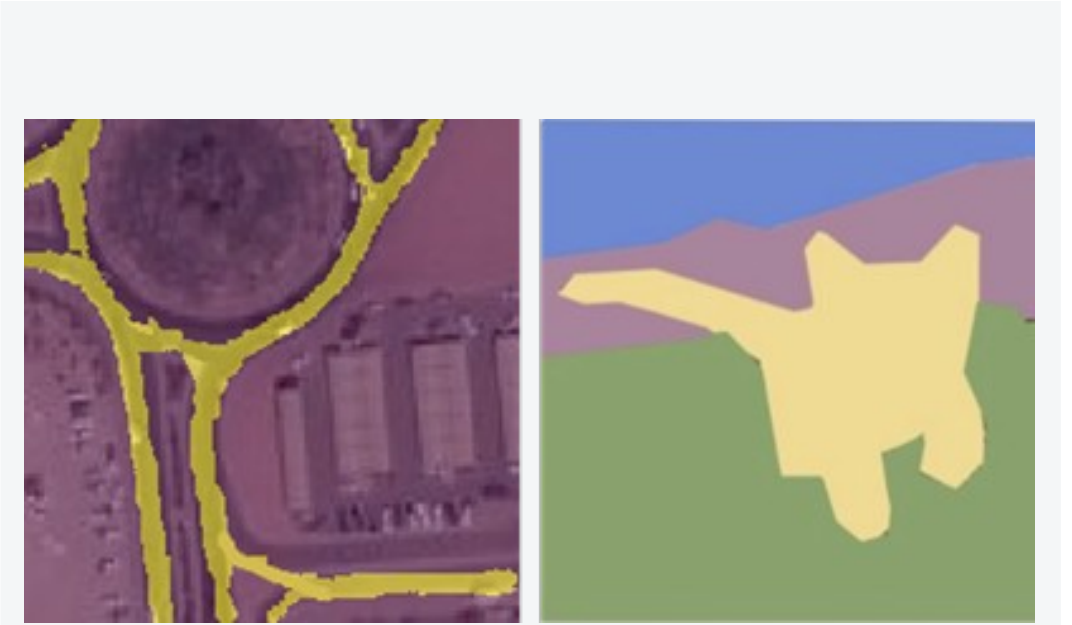
- Bina, araç, uçak veya ağaç sayımı için uygundur.
- Çakışan kutular non-maximum suppression ile azaltılır.
- Güven eşiği precision ve recall dengesini değiştirir.
- Küçük ve sık nesneler yüksek çözünürlük gerektirir.

Semantik segmentasyon

GÖRÜNTÜDEN COĞRAFI BİLGİ ÜRETİMİ

Her piksel bir arazi örtüsü veya nesne sınıfına atanır

- Aynı sınıftaki ayrı nesneler tek sınıf yüzeyi olarak görünür.
- Arazi örtüsü, su, yol ve bina maskesi üretiminde kullanılır.
- Sınır doğruluğu hücre boyutu ve etiket kalitesine bağlıdır.
- Çıktı rasteri temizleme ve vektörleştirme gerektirebilir.



Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

Instance ve panoptic segmentasyon

GÖRÜNTÜDEN COĞRAFI BİLGİ ÜRETİMİ

Instance yaklaşımı aynı sınıftaki nesneleri ayrı kimliklerle tutar



Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

- Instance segmentasyon her nesne için ayrı maske üretir.
- Panoptic segmentasyon semantic ve instance sonuçlarını birleştirir.
- Bina veya ağaç tacı sayımında ayrı nesne sınırı değerlidir.
- Maske doğruluğu için IoU ve nesne bazlı ölçütler birlikte kullanılabilir.

Değişim tespiti

GÖRÜNTÜDEN COĞRAFI BİLGİ ÜRETİMİ

İki tarihin doğrudan farkı yerine öğrenilmiş değişim sınıfı üretilebilir

- Girdiler geometrik ve radyometrik olarak uyumlu olmalıdır.
- Mevsim, gölge ve sensör farkı sahte değişim üretebilir.
- Model, yeni yapı veya kayıp örtü gibi hedef değişimleri öğrenebilir.
- Çıktı mantıksal değişim maskesi ve güven değeri olabilir.



Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

BÖLÜM 2

Eğitim verisi ve model öğrenmesi

Etiket kalitesi model mimarisinden önce gelir

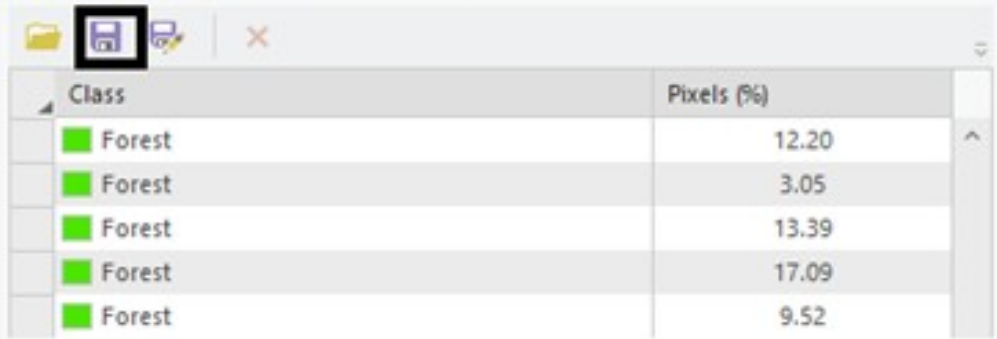
Bu bölümde kavram, yöntem ve uygulama bağlantısı kurulacaktır.

Image chip ve etiket

EĞİTİM VERİSİ VE MODEL ÖĞRENMESİ

Görüntü, modele uygun boyutta örnek parçalara ayrılır

Labeled Objects Export Training Data



Class	Pixels (%)
Forest	12.20
Forest	3.05
Forest	13.39
Forest	17.09
Forest	9.52

Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

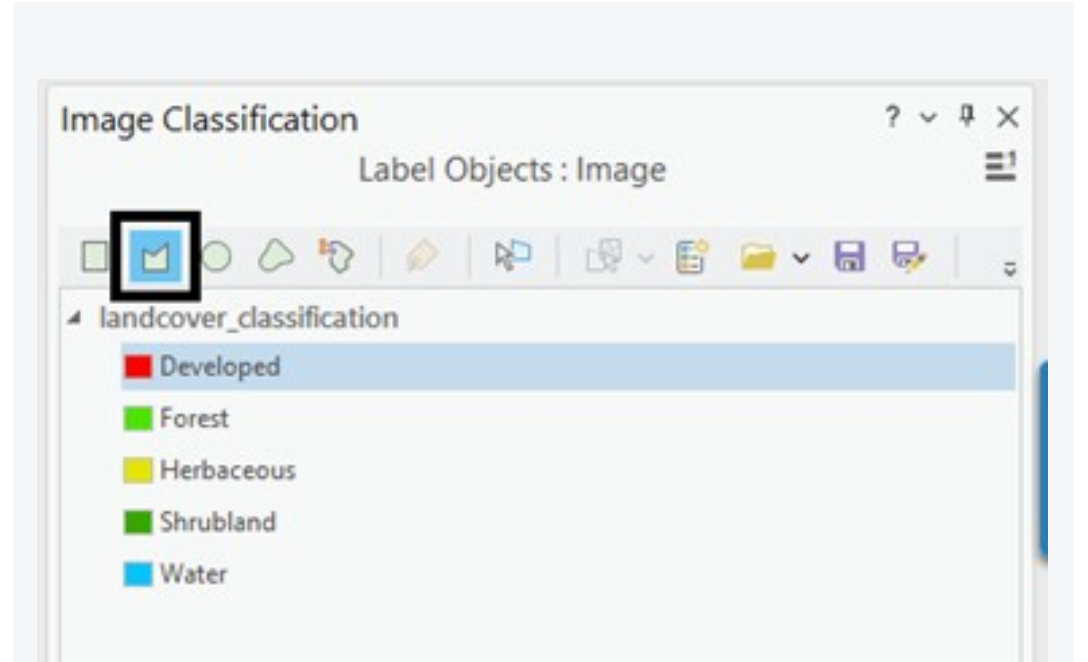
- Chip boyutu nesne ve bağlamı birlikte içermelidir.
- Stride, örtüşme miktarını ve örnek sayısını belirler.
- Etiket formatı görev türüne uygun seçilir.
- Yakın chip'ler farklı veri bölmelerine konulmamalıdır.

Etiket şeması

EĞİTİM VERİSİ VE MODEL ÖĞRENMESİ

Sınıflar görsel olarak ayrılabilir ve operasyonel olarak anlamlı olmalıdır

- Sınıf tanımları sınır durumlarını açıklamalıdır.
- Farklı etiketleyiciler aynı nesneye benzer karar vermelidir.
- Bilinmeyen veya karışık sınıf için kural belirlenmelidir.
- Etiket hataları örneklem üzerinden düzenli olarak denetlenmelidir.



Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

CNN'nin öğrendiği özellikler

EĞİTİM VERİSİ VE MODEL ÖĞRENMESİ

Katmanlar yerel kenarlardan daha karmaşık örüntülere ilerler

- Konvolüsyon çekirdeği yerel pencerede özellik arar.
- Erken katmanlar kenar ve doku öğrenir.
- Derin katmanlar biçim ve bağlamı birleştirir.
- Ağırlıklar eğitim hatasını azaltacak şekilde güncellenir.

ANLATIM ŞEMASI

Konvolüsyon çekirdeği yerel pencerede özellik...

Erken katmanlar kenar ve doku öğrenir

Derin katmanlar biçim ve bağlamı birleştirir

Ağırlıklar eğitim hatasını azaltacak şekilde...

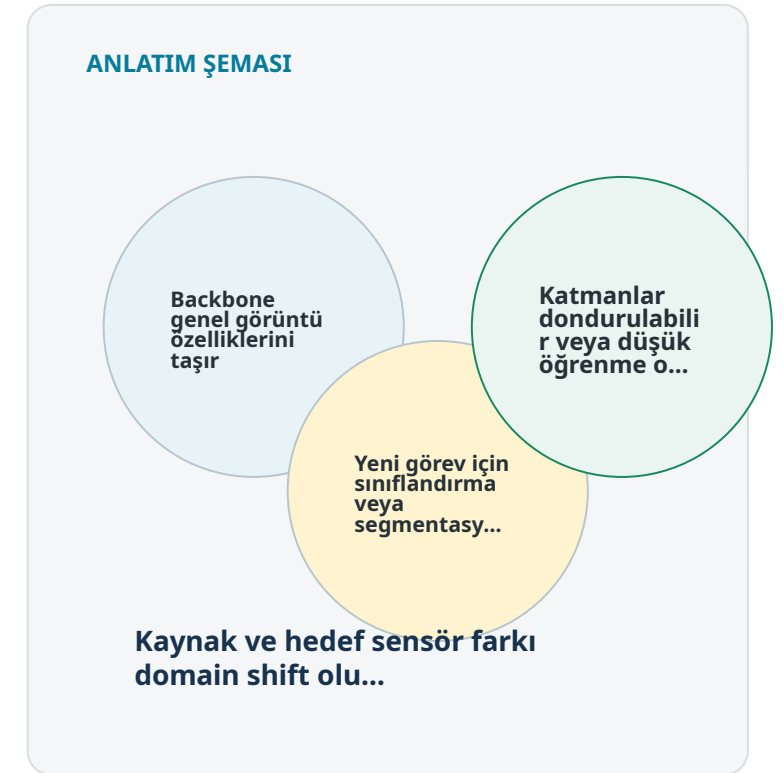
genelden uygulamaya

Transfer learning

EĞİTİM VERİSİ VE MODEL ÖĞRENMESİ

Önceden öğrenilmiş özellikler daha küçük yerel veriyle uyarlanabilir

- Backbone genel görüntü özelliklerini taşır.
- Yeni görev için sınıflandırma veya segmentasyon başlığı eklenir.
- Katmanlar dondurulabilir veya düşük öğrenme oranıyla fine-tune edilebilir.
- Kaynak ve hedef sensör farkı domain shift oluşturabilir.

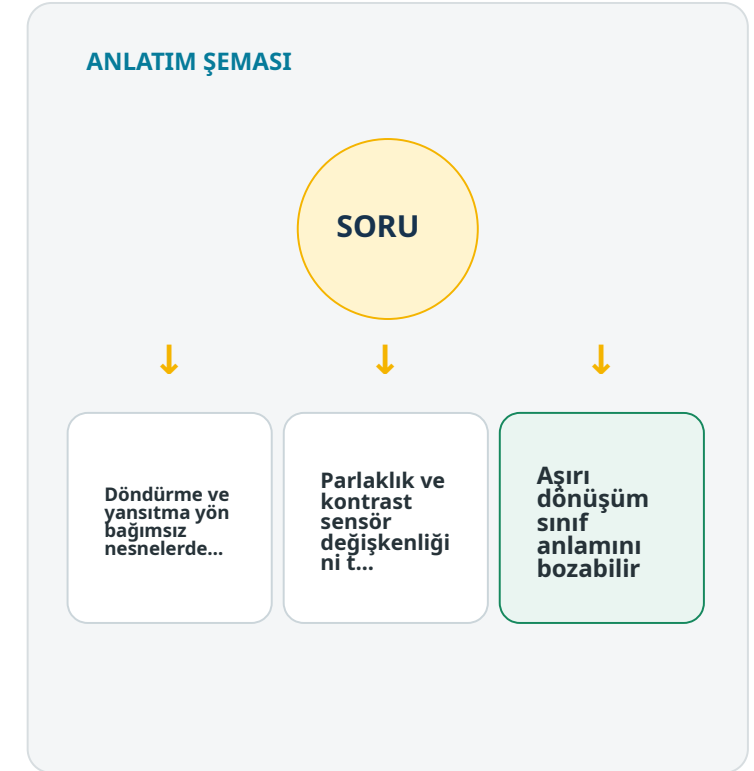


Veri artırma

EĞİTİM VERİSİ VE MODEL ÖĞRENMESİ

Augmentation yalnız gerçekçi görüntü değişimlerini taklit etmelidir

- Döndürme ve yansıtma yön bağımsız nesnelerde uygundur.
- Parlaklık ve kontrast sensör değişkenliğini temsil edebilir.
- Aşırı dönüşüm sınıf anlamını bozabilir.
- Augmentation yalnız eğitim kümesine uygulanır.



BÖLÜM 3

ArcGIS Pro derin öğrenme iş akışı

Etiketleme, dışa aktarma, eğitim, çıkarım ve değerlendirme birbirine bağlıdır

Bu bölümde kavram, yöntem ve uygulama bağlantısı kurulacaktır.

Üç aşamalı ArcGIS iş akışı

12. HAFTA

ARCGIS PRO DERİN ÖĞRENME İŞ AKIŞI

Her aşama ayrı veri ve kalite çıktısı üretir

- Prepare Training Data: etiket, chip ve metadata
- Train a Model: mimari, backbone, epoch ve öğrenme oranı
- Use the Model: piksel sınıflandırma, tespit veya segmentasyon
- Review: metrik, görsel hata ve coğrafi test

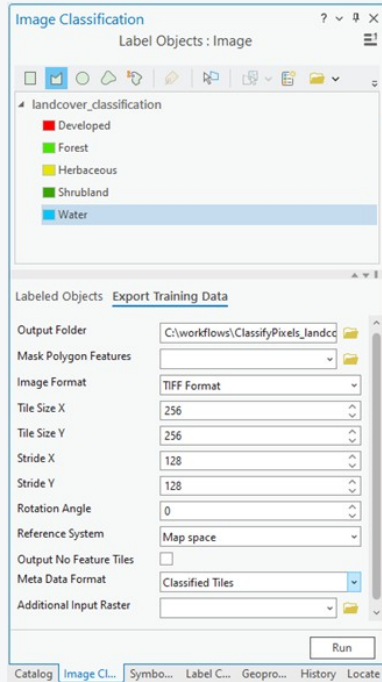


Görsel okuma: önce girdi/çıkıtyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

Export Training Data for Deep Learning

ARCGIS PRO DERİN ÖĞRENME İŞ AKIŞI

Dışa aktarma ayarları modelin gördüğü dünyayı belirler



Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

- Metadata formatı model türüyle eşleşmelidir.
- Tile size ve stride nesne ölçeğine göre seçilir.
- No feature chip ve rotation ayarları görev için gerekçelendirilir.
- Çıktı image ve label klasörleriyle birlikte kontrol edilir.

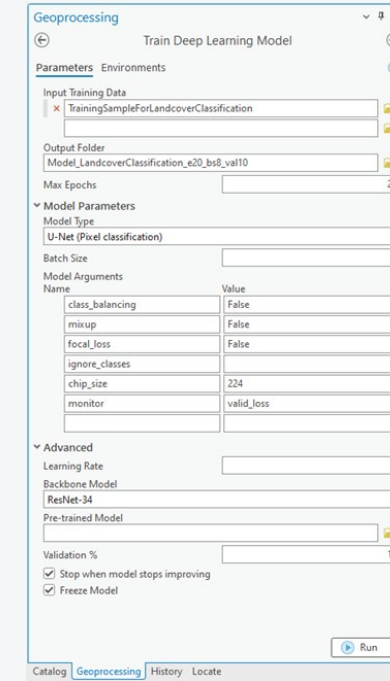
Kaynak: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.6/help/analysis/image-analyst/classify-pixels.htm>

Train Deep Learning Model

ARCGIS PRO DERİN ÖĞRENME İŞ AKIŞI

Eğitim eğrileri aşırı uyum ve öğrenme sorunlarını gösterir

- Model type ve backbone seçilir.
- Batch size GPU belleğine göre ayarlanır.
- Training ve validation loss birlikte izlenir.
- Early stopping ve checkpoint en iyi modeli korur.
- model_metric.html raporu arşivlenir.



Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

Classify Pixels Using Deep Learning

ARCGIS PRO DERİN ÖĞRENME İŞ AKIŞI

Model paketi ve inference parametreleri çıktı rasterını belirler

Geoprocessing

Classify Pixels Using Deep Learning

Parameters Environments

Input Raster
Image

Output Raster Dataset
Image_ClassifyPixelsUsingDee

Model Definition
c:\ws\ClassifyPixels_landcover\Model_LandcoverClassification_e20_bs8_val10

Arguments

Name	Value
padding	56
batch_size	4
predict_background	False
test_time_augmentation	False
tile_size	224

Run

Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

- Input Raster ve Model Definition seçilir.
- Padding kenar etkisini azaltabilir.
- Tile size eğitim ayarlarıyla uyumlu olmalıdır.
- Çıktı rasterı sınıf şeması ve referans veriyle karşılaştırılır.

Sınıflandırılmış raster

ARCGIS PRO DERİN ÖĞRENME İŞ AKIŞI

Temiz görünen harita nicel doğrulamanın yerini tutmaz

- Küçük gürültülü bölgeler post-processing gerektirebilir.
- Sınırlar gerçek nesne sınırlarıyla karşılaştırılmalıdır.
- Her sınıf için örnek tabanlı doğrulama yapılmalıdır.
- Mekânsal hata kümeleri sensör, arazi veya etiket problemi gösterebilir.



Görsel okuma: önce girdi/çıktıyı, sonra renk ve sembollerin neyi temsil ettiğini belirleyin.

BÖLÜM 4

Değerlendirme ve aktarılabirlik

Piksel veya nesne skoru coğrafi genelleme ile birlikte yorumlanır

Bu bölümde kavram, yöntem ve uygulama bağlantısı kurulacaktır.

Precision, recall ve F1

DEĞERLENDİRME VE AKTARILABİLİRLİK

Hata maliyeti görev türüne göre değişir

- Precision: tahmin edilen nesnelerin ne kadarı doğru?
- Recall: gerçek nesnelerin ne kadarı bulundu?
- F1: precision ve recall'un harmonik ortalaması
- Afet hasarı taramasında yüksek recall, kesin envanterde yüksek precision öncelikli olabilir.

ANLATIM ŞEMASI

1 Precision



2 Recall



3 F1

Tahmin ve referans maskenin örtüşmesini ölçer

- Kesişim alanı birleşim alanına bölünür.
- Sınır hatalarına duyarlıdır.
- Sınıf bazında ve ortalama IoU raporlanabilir.
- Küçük nesnelerde az piksel hatası büyük IoU düşüşü yaratabilir.

ANLATIM ŞEMASI

01

Kesişim alanı
birleşim alanına
bölünür

02

Sınır
hatalarına
duyarlıdır

03

Sınıf bazında ve
ortalama IoU
raporlanabilir

04

Küçük
nesnelerde az
piksel hatası
büyük IoU d...

Average Precision ve mAP

DEĞERLENDİRME VE AKTARILABİLİRLİK

Nesne tespitte güven eşiği boyunca precision-recall ilişkisini özetler

- Eşleşme için IoU eşiği belirlenir.
- Her sınıf için AP hesaplanır.
- mAP sınıflar veya IoU eşikleri üzerinden ortalamadır.
- Tek mAP değeri küçük ve büyük nesne farkını gizleyebilir.

ANLATIM ŞEMASI

Eşleşme için IoU eşiği belirlenir

Her sınıf için AP hesaplanır

mAP sınıflar veya IoU eşikleri
üzerinden orta...

Tek mAP değeri küçük ve
büyük nesne farkını g...

genelden uygulamaya

Coğrafi ve zamansal test

DEĞERLENDİRME VE AKTARILABİLİRLİK

Aynı görüntü mozağından rastgele chip ayırmak gerçek genellemeyi ölçmez

- Farklı şehir, sensör veya mevsim test için ayrılabilir.
- Eğitim ve test bölgeleri arasında tampon bırakılabilir.
- Coğrafi skor düşüşü domain shift büyüklüğünü gösterir.
- Yerel fine-tuning gereksinimi açıkça raporlanır.

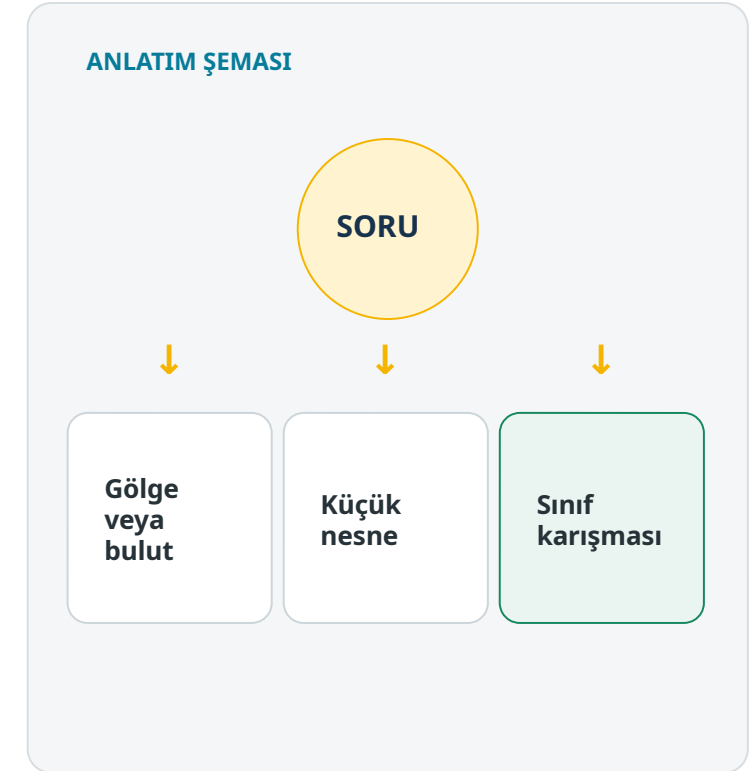


Hata inceleme matrisi

DEĞERLENDİRME VE AKTARILABİLİRLİK

Her hata için olası neden ve düzeltme kaydedilir

- Gölge veya bulut: veri ön işleme
- Küçük nesne: çözünürlük veya chip boyutu
- Sınıf karışması: etiket şeması
- Kenar artefaktı: overlap ve padding
- Yeni coğrafyada hata: domain adaptation veya fine-tuning



YÖNLENDİRİLMİŞ UYGULAMA

Görüntü etiketleme ve çıkarım laboratuvarı

Bina veya arazi örtüsü için küçük bir eğitim veri seti hazırlayın ve uygun pretrained modellerle çıkarım planlayın.

Laboratuvar senaryosu

UYGULAMA

Bina veya arazi örtüsü için küçük bir eğitim veri seti hazırlayın ve uygun pretrained modelle çıkarım planlayın.

- Çalışma alanı ve analiz birimini belirtin.
- Karar kullanıcısını ve beklenen çıktıyı tanımlayın.
- Veri, yöntem ve doğrulama arasında tutarlı bir zincir kurun.

Laboratuvar işlem adımları

UYGULAMA

- Görev türünü seçin: tespit, semantic veya instance segmentasyon.
- Sınıf şeması ve etiketleme kılavuzu oluşturun.
- Chip size, stride ve metadata formatını gerekçelendirin.
- Eğitim ve test bölgelerini coğrafi olarak ayırın.
- IoU/F1 veya AP yanında görsel hata inceleme tablosu hazırlayın.

Her adım için ekran görüntüsü veya işlem geçmişi kanıtı saklanmalıdır.

Laboratuvar kalite kontrolü

UYGULAMA

- Girdi verisinin tarihi, koordinat sistemi ve çözünürlüğü kaydedildi mi?
- Eğitim ve test verisi coğrafi veya zamansal olarak bağımsız mı?
- Araç parametreleri ve random seed kaydedildi mi?
- Sonuç nicel ölçüt ve harita üzerinden doğrulandı mı?
- Sınırlılık ve kullanım sınırı açıklandı mı?

Laboratuvar teslim paketi

UYGULAMA

Etiket şeması, örnek chip'ler, ArcGIS parametre ekranı ve değerlendirme planı

- Harita veya model çıktısı
- Veri ve yöntem açıklaması
- Doğrulama kanıtı
- Hata veya belirsizlik yorumu
- Kaynaklar ve kısa kullanım sınırı

Ders sonu kontrolü 1

DEĞERLENDİRME

Semantik segmentasyon hangi çıktıyı üretir?

A Her görüntü için tek etiket

B Her piksel için sınıf

C Yalnız bounding box

D Sadece koordinat tablosu

Ders sonu kontrolü 2

12. HAFTA

DEĞERLENDİRME

Yakın chip'lerin eğitim ve teste rastgele dağıtılması hangi soruna yol açar?

A Projeksiyon kayması

B Mekânsal sızıntı

C Sınıf sayısının azalması

D GPU belleğinin artması

Ders sonu kontrolü 3

12. HAFTA

DEĞERLENDİRME

IoU neyi ölçer?

A Tahmin ve referans maskenin örtüşmesini

B Ağaç sayısını

C Eğitim süresini

D Renk doğruluğunu

Derin Öğrenme ile Coğrafi Görüntü Analizi

- Görüntüden coğrafi bilgi üretimi
- Eğitim verisi ve model öğrenmesi
- ArcGIS Pro derin öğrenme iş akışı
- Değerlendirme ve aktarılabilirlik

Ana ilke

**Coğrafi veri yapısı,
doğrulama düzeni ve
kullanım bağlamı
model seçiminden
önce gelir.**

Kaynaklar ve ileri okuma

- <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/deep-learning/what-is-deep-learning-.htm>
- <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/deep-learning/deep-learning-in-arcgis-pro.htm>
- <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.6/help/analysis/image-analyst/classify-pixels.htm>
- <https://doi.org/10.1111/ecog.02881>

Sunumdaki her dış görselin kaynağı ilgili slaydın alt bilgisinde ve konuşmacı notlarında belirtilmiştir.