

«Akıllı Şehirler ve Mobilite»

Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Bilgisayarlı Görü Uygulamaları

21.06.2023



ELEKTRİKLİ ARAÇLAR VE AKILLI
ŞEHİRLER ÇALIŞTAY SERİSİ III



Esmâ DİLEK

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
Haberleşme Genel Müdür Yrd.
Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği Başkanı





SUNUM PLANI

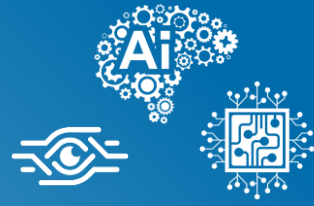


GİRİŞ & YAPAY ZEKANIN GELİŞİMİ

1



GİRİŞ – AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNDE BİLGİSAYARLI GÖRÜ



Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)

Gelişmiş veri iletişimi, bilgi işleme ve trafik yönetimi teknolojilerinden oluşan kullanıcı, araç, altyapı ve merkez arasında çok yönlü veri alışverişi ile izleme, ölçme, analiz ve kontrol mekanizmalarını içeren sistemlerdir.

Bilgisayarlı Görü ile 7/24 Gözlem

- Trafik izleme ve kontrolü,
- Olay tespiti ve yönetimi,
- Yol kullanımı ücretlendirmesi,
- Yol durumunu izleme vb. birçok alanda yaşanan sorunları çözmeye önemli bir rol oynamaktadır.

AUS'ta Bilgisayarlı Görü Çalışmalarının Analizi

- Bilgisayarlı görü uygulamalarının uygulanabilirliği,
- Sunduğu avantajlar,
- Karşılaşılan zorluklar,
- Gelecek araştırma alanları ve trendler analiz edilmiştir.

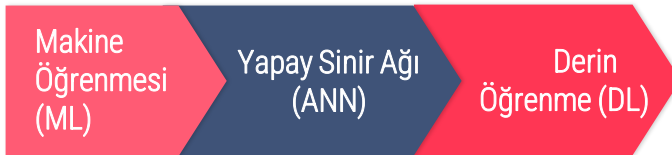
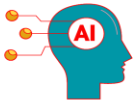
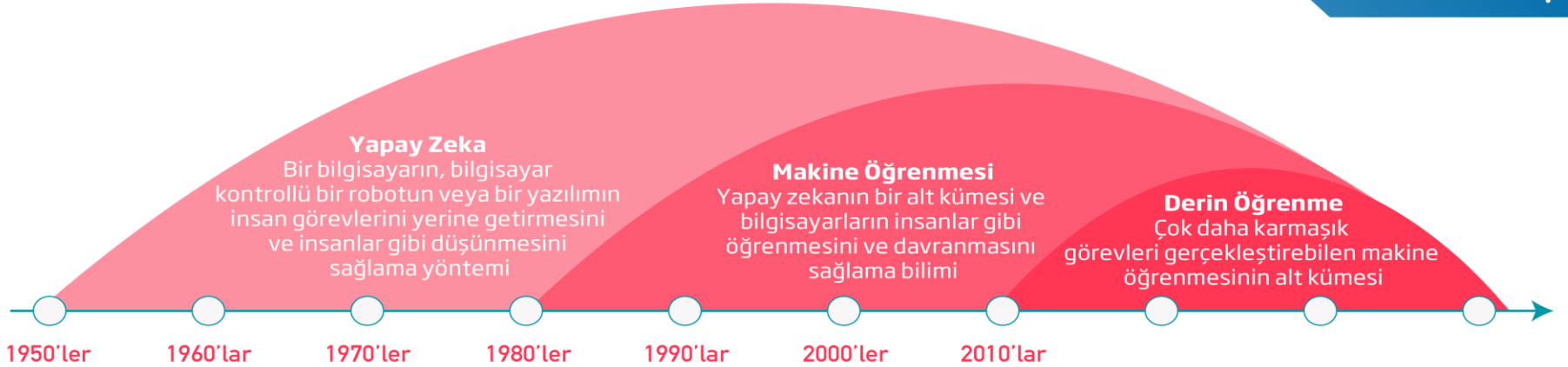
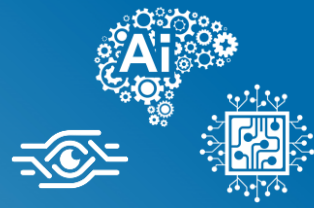
- Ulaştırma sistemlerinin verimliliğini iyileştirmek,
- Trafik emniyetini artırmak,
- Zeka düzeyini geliştirmek amacıyla bilgisayarlı görü uygulamalarından yararlanılmaktadır.

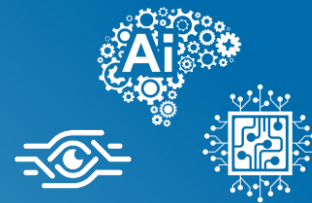
AUS'ta Bilgisayarlı Görü ile Etkinlik

- AUS alanındaki bilgisayarlı görü uygulamaları,
- Kullanılan makina öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleri incelenmiştir.

AUS'ta Bilgisayarlı Görü Uygulamaları & Yöntemleri

YAPAY ZEKA TEKNİKLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ





El Yapımı Teknikler (Handcrafted Techniques)

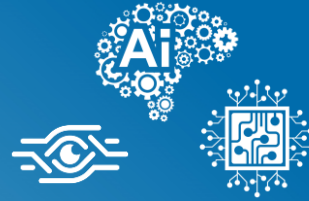
- Deformable part-based modeller
- Integral Channel Features (ICF)
- Aggregated Channel Features (ACF)
- Histogram of Oriented Gradients (HOG)
- Local Binary Pattern (LBP)
- Scale Invariant Feature Transform (SIFT)
- Gabor filtreleri

- Local Ternary Pattern (LTP)
- Local Phase Quantization (LPQ)
- Rotation Invariant Co-occurrence Local Binary Patterns
- Completed Local Binary Patterns
- Rotated Local Binary Pattern Image
- Globally Rotation Invariant Multi-scale Co-occurrence Local Binary Pattern



AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNDE BİLGİSAYARLI GÖRÜ TEKNİKLERİ

Makina Öğrenmesi (ML) ve Derin Öğrenme (DL) Yöntemleri



M
L

Y
Ö
N
T
E
M
L
E
R
İ

Denetimli (supervised) öğrenme: SVM, RF, KNN, vb.

Uygulamalar:

- Araç sınıflandırılması
- Trafik ışıklarının sınıflandırılması,
- Plaka sınıflandırılması
- Trafik ışıklarının tespiti
- Yaya tespiti, vb.

Denimsiz (unsupervised) öğrenme: K-Means, DBSCAN, Gaussian Mixture Model (GMM), vb.

Uygulamalar:

- Plaka tanıma
- Engel tespiti
- Yol çatlak tespiti, vb.

Pekiştirmeli (reinforcement) öğrenme

Uygulamalar:

- Trafik sinyal kontrol sistemleri
- Trafik zamanlama uygulamaları
- Şerit çizgisi tespiti, vb.



AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNDE BİLGİSAYARLI GÖRÜ TEKNİKLERİ



Derin Sinir Ağları (DNN)

- DBN: Yüz tanıma, çatlak tespiti
- SAE: Nesne tanıma, resim sıkıştırma
- RBM: Yüz tanıma
- YOLO: Nesne tespiti

Evrişimli Sinir Ağları (CNN)

- Otomatik plaka tanıma
- Trafik işareti
- Araç tespiti
- Yaya tespiti
- Şerit çizgisi tespiti
- Nesne tespiti
- Video Anomali Tespiti
- Yapısal Hasar Tespiti
- Otonom araçlarda direksiyon açısı tespiti

Tekrarlı Sinir Ağları (RNN)

- Video Anomali Tespiti
- Otonom araç uygulamaları

Üretken Çekişmeli Ağ (GAN)

- Video Anomali Tespiti
- Nesnelerin, manzaraların veya insanların gerçekçi görüntülerini üretme

Hibrit Yöntemler

- Otomatik Plaka Tanıma
- Video Anomali Tespiti
- Araç Tespiti
- Yaya Tespiti
- Şerit Çizgisi Tespiti
- Engel Tespiti
- Yapısal Hasar Tespiti
- Otonom Araç Uygulamaları

Transformer Sinir Ağı

- Plaka Tanıma
- Yaya Tespiti
- Sürücü dikkat dağınıklığı tespiti



**AKILLI ULAŖIMDA
YAPAY ZEKA
UYGULAMALARI**

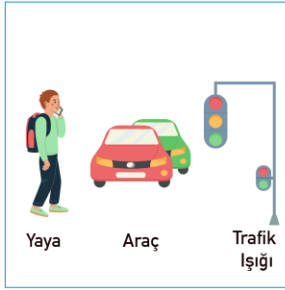
2



AUS ALANINDA BİLGİSAYARLI GÖRÜ ÇALIŞMALARI İLE YERİNE GETİRİLEN TEMEL İŞLEVLER



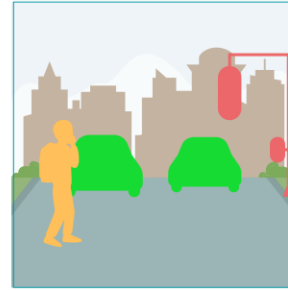
Görüntü Kaynağı



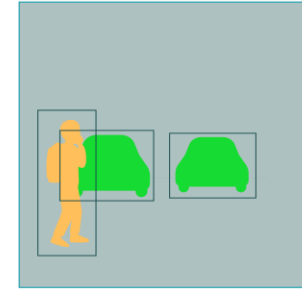
Sınıflandırma



Nesne Tespiti



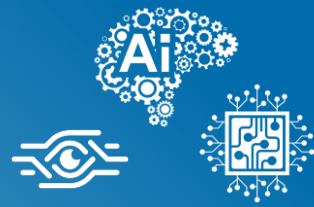
Semantik Segmentasyon



Örnek Segmentasyonu



BİLGİSAYARLI GÖRÜ ÇALIŞMALARININ AUS ALANINDA ELE ALDIĞI PROBLEMLER





AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNDE BİLGİSAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI



Otomatik Plaka
Tanıma



Engel Tespiti



Trafik İşareti Tespiti
ve Tanıma



Video Gözlem
Kameralarında Anomali
Tespiti



Araç Tespiti ve
Sınıflandırılması



Yapısal Hasar
Tespiti



Yaya Tespiti



Otonom Araç
Uygulamaları



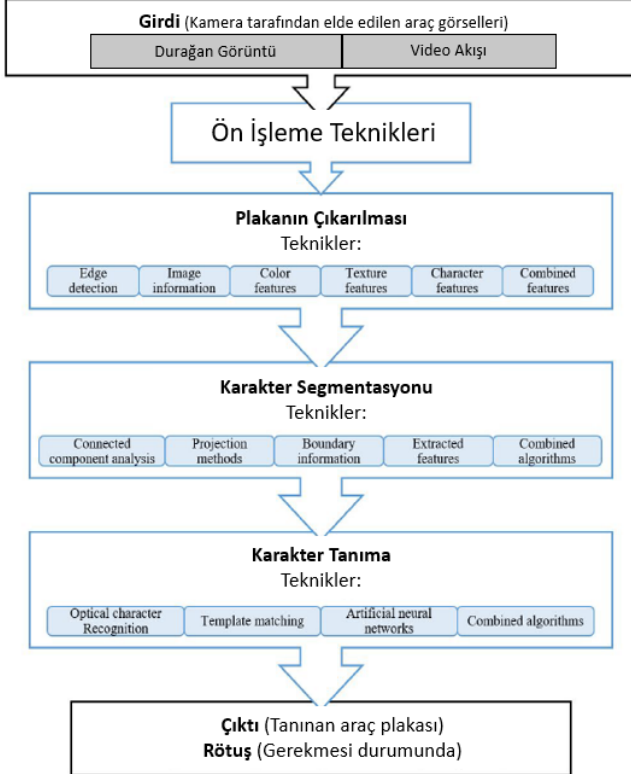
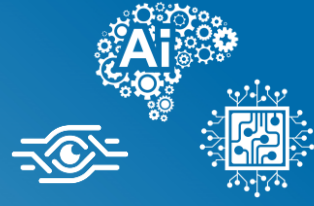
Şerit Çizgisi
Tespiti





AUS'TA BİLGİSAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI

Otomatik Plaka Tanıma (ANPR)



ANPR

ANPR teknolojisi, tanıma teknikleri aracılığıyla insan müdahalesi olmadan araçları plakalarına göre algılama ve tanıma yeteneği sunmaktadır.

CNN Varyantları

YOLOv3, Faster RCNN, Inception V2 gibi CNN varyantı yöntemler kullanılarak tanıma performansı yükseltilmiştir.



Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağlarından yararlanılmakta, CNN tabanlı yapay zeka mimarileri ANPR çözümlerinde tercih edilmektedir.

Performasta Değişkenlik

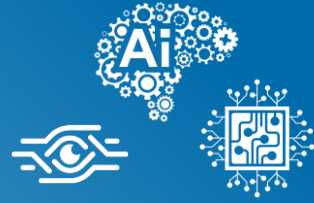
ANPR yönteminin başarı performansı ülkelere, kullanılan veri setlerine göre farklılık göstermektedir.





AUS'TA BİLGİSAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI

Trafik İşareti Tespiti ve Tanıma



Klasik makina öğrenmesi yaklaşımı

Özniteliklerin SVM, RF gibi algoritmalarla sınıflandırılması üzerinedir

Tespit/Sınıflandırma süreci

Görüntüden özet bilginin çıkartıldığı **öznitelik çıkarma**, sonrasında ise tanıma veya tespit etmenin gerçekleştirildiği **sınıflandırma** işlemlerini içerir

Derin öğrenme

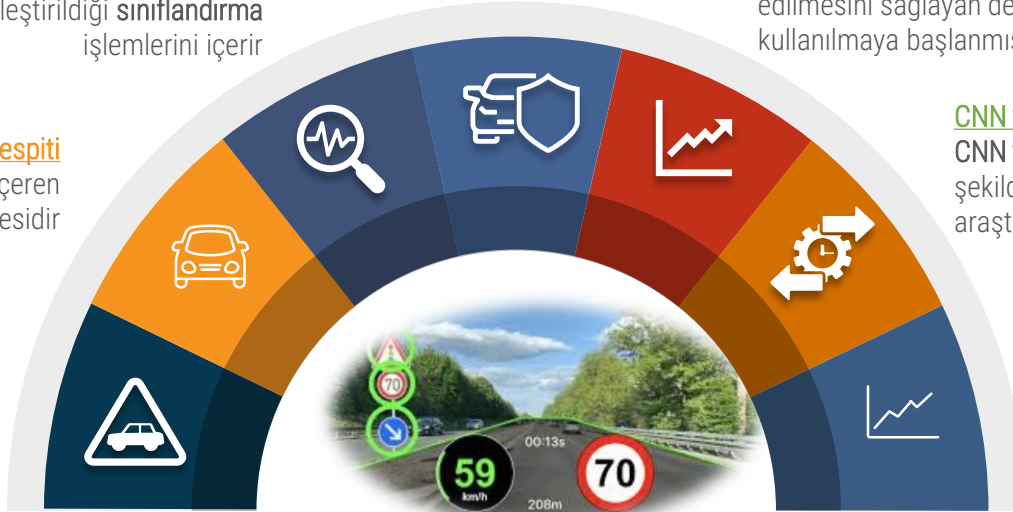
2012 yılı sonrasında DNN modellerinin çıkması ile literatürde daha yüksek doğruluk oranlarının elde edilmesini sağlayan derin öğrenme yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır

Trafik işareti tespiti

Görüntüden trafik işareti içeren bölgenin belirlenmesidir

Trafik işareti tanıma

Görüntülerin doğru şekilde sınıflandırılmasıdır



CNN veya Varyantları

CNN veya varyantları, yaygın bir şekilde trafik işareti tanıma araştırmalarında kullanılmaktadır

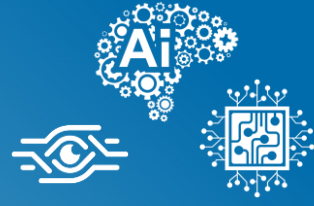
Performans ölçümü

Genellikle performans ölçümü için GTSRB veri seti, başarı ölçütü olarak doğruluk ve mAP metrikleri kullanılmaktadır



AUS'TA BİLGISAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI

Araç Tespiti ve Sınıflandırılması



Araç Tespiti

Otomatik plaka tanıma, kuyruk tahmini, hız tespiti, trafik sıkışıklığı ve kaza tespiti, trafik yoğunluğunun belirlenmesi, filo takibi ve park sistemleri gibi birçok gerçek dünya uygulamasına sahiptir.

İki Aşamalı Yaklaşım

İki aşamalı bir yaklaşım ile araçların bulunma olasılığının olduğu **bölgeler tespit** edilip, ardından **doğrulama** işlemi yapılmaktadır.

CNN Tabanlı Yöntemler

CNN tabanlı derin öğrenme yöntemleri benimsenmekte, YOLO varyantları, Faster R-CNN gibi CNN tabanlı yöntemler, araç tespit ve sınıflandırma çalışmalarında yüksek başarı sağlamaktadır.

Tespit & Sınıflandırma

Bazı araştırmalarda hem araç tespiti hem de sınıflandırma yöntemi, bazı çalışmalarda ise sadece araç tespit yöntemi geliştirilmiştir.

Performans Ölçümü

Literatürdeki çalışmalarda, genellikle performans kıyaslaması için farklı türde veri setlerini tercih edilmekte, **başarı ölçütü olarak doğruluk ve mAP metriklerini** kullanılmaktadır.

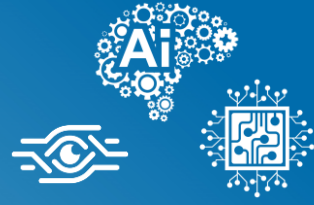
Başarı

Derin öğrenme modellerinin uygulanması ile araç tespiti başarısında %97.9 hassasiyet değerine, araç sınıflandırmasında ise %99.03 sınıflandırma doğruluk değerine ulaşılabilmektedir.



AUS'TA BİLGİSAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI

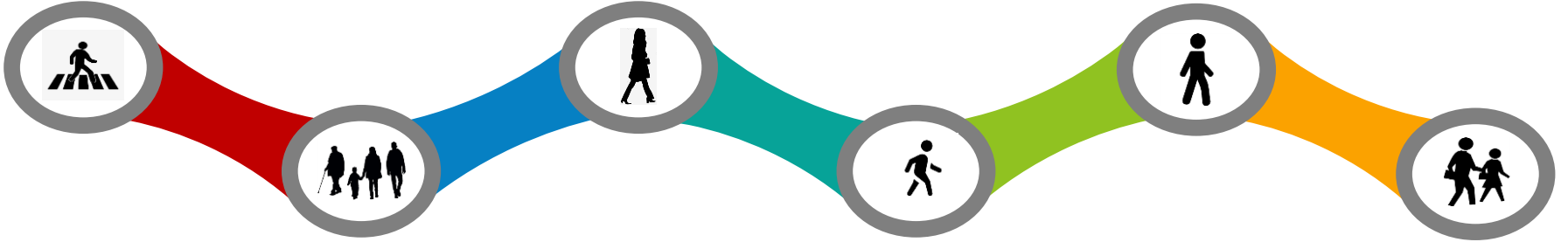
Yaya Tespiti



Otonom sürüş ve video gözetim işlerinde, sinyalizasyon kavşaklarında yaya bekleme sürelerinin optimize edilmesinde, trafik güvenliğinin sağlanması ve yaya yoğunluğunun belirlenmesinde yararlanılmaktadır.

Yaya tespiti, genellikle **monolitik tarzda** veya **parça bazlı tanıma** şeklindedir. Monolitik yaklaşımlar, **Haar wavelet**'leri, **HOG**'ları, **edgelet** ve **shapelet** gibi tam bir vücuttan çıkarılan özellikleri kullanarak bir sınıflandırıcıyı eğiten geleneksel yaya tespit yöntemleridir.

SVM, **boosting** ve **RF** gibi çeşitli öğrenme yaklaşımları, değişen derecelerde yaya tespitinde başarılıdır. Düşük yoğunluklu kalabalık sahnelerde başarılı olmasına rağmen, yüksek yoğunluklu kalabalıkların olması durumundan olumsuz etkilenmektedir.



Yaya tespiti, **nesne tanıma probleminin spesifik bir uygulamasıdır**. Yaya tespiti probleminde karşılaşılan temel sorunlardan biri oklüzyondur.

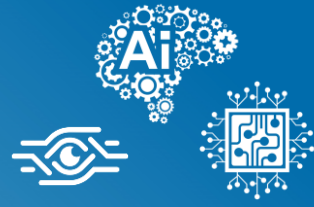
Başarı performansının genellikle «**average miss rate (%)**» metriği ile ölçüldüğü, son dönemlerde **Faster R-CNN** ve diğer **CNN tabanlı derin öğrenme yöntemlerinin** yaya tespitinde yaygın kullanıldığı görülmektedir.

Transformer mimarisinin %100 mAP değerinde başarılı sonuçlar elde edilmesini sağladığı; **Caltech**, **KITTI**, **ETH** veri setlerinin performans kıyaslaması için tercih edilmektedir.



AUS'TA BİLGİSAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI

Şerit Çizgisi Tespiti



Farklı makina öğrenmesi, yapay sinir ağı ve derin öğrenme yöntemlerini içeren semantik segmentasyon güncel çalışmalarda kullanılmaktadır.

CNN, RNN, U-Net, SegNet, Fully Convolutional Network (FCN) tercih edilen derin öğrenme yöntemleri arasındadır.

Geleneksel şerit çizgisi tespiti adımları:

- şerit çizgisini içeren görüntünün elde edilmesi
- şerit bölgesinin belirlenmesi
- geçerli bölgenin iyileştirilmesi
- özellik çıkarımı
- şerit çizgisi modelleme

Yol veya şeritlerin tespiti, gelişmiş sürücü destek sistemleri için otomotiv endüstrisinde önemli bir kolaylaştırıcıdır.

Genellikle Caltech, TuSimple, BDD100K veri setleri ile birlikte, yazarlar tarafından üretilen veri setleri de performans değerlendirmesi için kullanılmıştır.

F1 score, mIoU, AUC, Accuracy gibi farklı performans metrikleri kullanılmaktadır. 50m'ye kadar %100 F1 score'una ulaşılabilmektedir.

Şerit Çizgisi Tespiti

AUS'TA BİLGİSAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI

Engel Tespiti

Akıllı araç navigasyon sistemlerinde ve otonom araç teknolojilerinde yer alan ana fonksiyonlardan biridir.

- **Görüntü bölütleme** (image segmentation-IS)
- **Stereo görüş** (stereo vision-SV)
- **Optik akış** (optical flow-OF)
- **Yapay sinir ağları** gibi yöntemlere dayalı yaklaşımlar yaygın kullanılmaktadır.

Güncel bilgisayarlı görü çalışmalarında, **derin sinir ağlarından** yararlanılmış, **autoencoder, YOLO serilerine** odaklanılmıştır.

Mask R-CNN, RetinaNet ve YOLO serisi modelleri, engel tespitinde, en yeni CNN modelleri arasındadır.

Birçok araştırmada, farklı tekniklerin kombinasyonunu içeren **hibrit yaklaşımlar** tercih edilmiştir.

IS, görüntü dönüştürme tekniği olup görüntüyü tek tek analiz edilebilecek ve sınıflandırılabilir **parçalara** ayırarak basitleştirme tekniğidir.

OF, bir sahnedeki ardışık karelerin karşılık gelen bölgelerinden **göreceli hareket bilgilerini çıkarmaya yönelik görüntü özellikleri çıkarma** tekniğidir.

SV, farklı bakış (vantage) noktalarından eşzamanlı olarak elde edilen görüntü kümelerinden, bu görüntüler arasındaki eşitsizlikten (disparity) derinliğin hesaplanmasını kullanarak **3D bilgilerin çıkarılmasını amaçlayan, en yaygın kullanılan görüntü özellikleri çıkarma** yöntemidir.



AUS'TA BİLGİSAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI Yapısal Hasar Tespiti



Yollar, köprüler ve binalar dahil olmak üzere önemli kentsel altyapılardaki çatlaklar, yapısal bozukluklar tespit edilmektedir.



Çatlak tespitinde daha iyi performans elde etmek için **makina öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleri** giderek daha fazla uygulanmaktadır.



DBN, basit sınıflandırıcı tabanlı yol çatlak tespiti ve karakterizasyonu, **Markov tabanlı yöntem**, görüntü ikilileştirme, **RF**, 3D asfalt yüzeyinde **RNN** tabanlı çatlak tespiti ve **AdaBoost** doku örüntü tanıma gibi yöntemler, çatlak segmentasyonu, sınıflandırılması ve tespiti için kullanılan makina öğrenmesi yöntemleri arasındadır.



Güncel çalışmalarda ağırlıklı olarak **CNN mimarilerine dayanan modeller ile başarılı sonuçlar** elde edilmiştir.



U-Net, SegNet ve FCN mimarileri gibi kodlayıcı-kod çözücü mimariler, çatlak segmentasyonu için etkili sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır.



YOLO varyantları, GoogleNet, VGG-16 ağı, yol çatlaklarının tespitinde, **ResNeXt** köprü beton yapılarındaki çatlakları tespitinde kullanılmıştır.



Performans ölçümü için **Accuracy** ölçütü ile birlikte; **AUC, AIU, F1 score, recall, AP, mIoU** gibi metrikler değerlendirilmelerde kullanılmıştır.



AUS'TA BİLGİSAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI

Otonom Araç Uygulamaları



Emniyetli **navigasyon**, nesne (araç, yaya, bisikletli vb.) **tanıma**, şeritte kalmak için **direksiyon açısını belirleme**, sol ve sağ ego **şeritlerini tahmin etme**, **trafik ışıklarını tespit etme** ve **tanıma**, yaya **trafik ışıklarını sınıflandırma**, mevcut ve bitişik şeritler için **boş alan ve sınırları tespit etme**, **engellere olan mesafeleri** ve araç tutumunu **tahmin etme**, **engel tespiti** ve **hedef takibi** gibi birçok amaç için bilgisayarlı görü tekniklerinden yararlanılmaktadır.



Otonom araç/robot uygulamalarında, **CNN mimarilerinin çeşitli türlerinden (ResNet, YOLO, MobileNet, Mask R-CNN, vb.)**, **LSTM, R-FCN**, gibi derin öğrenme yöntemlerinden, **SVM** gibi makina öğrenmesi yöntemlerinden farklı amaçlarla **yararlanılmaktadır**.



Bazı otonom araç/robot uygulamalarında **tespite**, bazı araştırmalarda **tanımaya**, bazı araştırmalarda ise **tahmine yönelik değişen başarı oranlarında çözümler geliştirilmiştir**.



Uygulama türüne göre araştırmalarda kullanılan veri setleri ve **performans ölçütleri değişkenlik göstermektedir**. (MAE, RMSE, AUC, mAP, mIoU, Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, vb.)





AUS'TA BİLGİSAYARLI GÖRÜ UYGULAMALARI Diğer Uygulamalar



- Tam otomatik tünel denetimi
- Tünelde beton kusurları tespiti
- Düşük çözünürlüklü CCTV kameralarından kırmızı ışık sinyal süresi tespiti
- Küçük yol tehlikeleri tespiti
- Trafik sıkışıklığı tahmini
- Trafik anomalileri tespiti
- Tünel kaplama kusurlarının otomatik akıllı sınıflandırılması, tespiti
- Sinyal fazlarının optimizasyonu
- Yol kavşaklarında otomatik trafik hacmi analizi
- Uyuklama ve yorgunluk tespiti
- Otopark doluluk tespiti
- Araç sayımı
- Araç kuyruk uzunluğu tahmini
- Trafik kamerasından gerçek zamanlı kaza tespiti
- Kar ve buzlanma tespiti
- Metro istasyonlarında yüz tanıma vb.



Geliştirilen uygulama türüne göre performansı ölçmek için kullanılan metrikler çeşitlilik göstermektedir (accuracy, mAP, Avg. Precision, detection rate, RMSE, vb.)

Son dönemlerde CNN varyantları mimariler (ResNet50, YOLOv3, YOLOv4, FCN, InceptionV3, vb.), gibi derin öğrenme teknikleri ile %90'ın üzerinde başarı performansı elde edilmiştir.

**DEĞERLENDİRME &
SONUÇLAR**

3



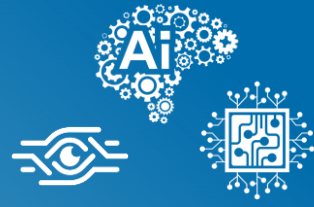
BİLGİSAYARLI GÖRÜ ÇALIŞMALARININ AVANTAJLARI



Ekonomik



BİLGİSAYARLI GÖRÜ ÇALIŞMALARININ ZORLUKLARI



Olumsuz hava koşulları, yetersiz aydınlatma ve doğa olayları

Yüksek miktarda veri ihtiyacı

GPU destekli donanım gereksinimi

Cluster sunucu kurulumu ihtiyacı

Konfigürasyon parametrelerinin ve fonksiyon seçimlerinin dikkatli yapılması gerekliliği

Model eğitim süreçlerinin iyileştirilmesinin zaman alması ve karbon ayak izini artırması

Geliştirilen yöntemlerin mobil chip'lere entegrasyonu



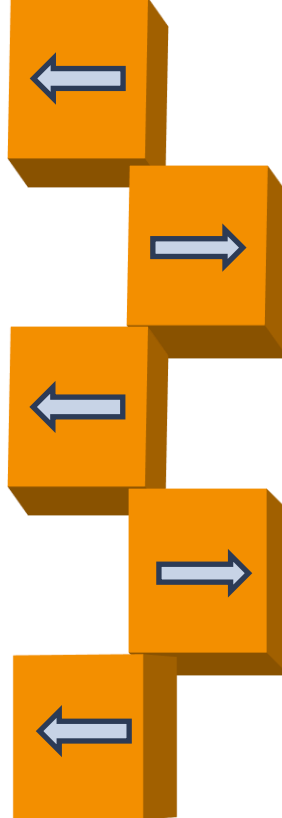
BİLGİSAYARLI GÖRÜ ÇALIŞMALARININ UYGULANABİLİRLİĞİ



Otonom ve **bağlantılı hareketlilik** alanında BG'nin artan önemi değerlendirildiğinde, **gerçek zamanlı AUS uygulamalarında** daha fazla yaygınlaşacağını öngörmekteyiz.

AUS'ta BG kullanımının yaygınlaşması, **kişisel hakların ihlal edilebileceği endişelerini** de beraberinde getirmektedir.

Ulaştırma sistemlerinin **zeka düzeyini ve emniyetini artırmada**, ulaşım altyapılarının özellikle **dezavantajlı gruplar, incinebilir yol kullanıcıları için daha erişilebilir kılınmasında** yaygın olarak kullanılması öngörülmektedir.

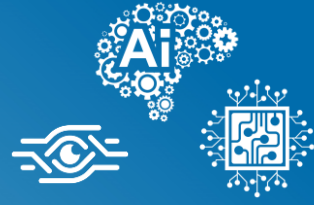


Yeterli düzeyde eğitim veri setinin olması veya düşük bir maliyetle üretilebilmesi durumunda, AUS'ta karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde, derin öğrenmeye dayalı BG teknikleri ile etkili sonuçlar alınabilir.

Ulaşım sistemlerinde yüz tanıma sistemlerinin gelişmesiyle birlikte, bireyler üzerinde **devletlerin daha baskılı politikalar yürütebileceği endişesi** oluşabilmektedir.



GELECEK ARAŞTIRMA ALANLARI VE TRENDLER



Gerçek zamanlı trafik işareti tespit ve tanıma, trafik analizi, video anomali/kaza tespiti

Attention mekanizmasının AUS alanında kullanımı

YOLO modeli, transfer öğrenme yaklaşımlarının incelenmesi

Şeritten ayrılma uyarı tespit sistemlerinin performansının artırılması

ANPR sistemlerinin performanslarının iyileştirilmesi

Gerçek zamanlı sistemlere uygun, daha düşük hesaplama yöntemleri ve kaynak gereksinimi duyan modeller geliştirilmesi

Kullanıcı odaklı algılama görevleri geliştirilmesi

Ulaşım altyapılarında tespit edilen çatlak/hasarların boyutlarının tespit edilmesi

Otonom araçlarda yüksek doğruluklu çözümler

Lojistik sektöründe otonomi çalışmaları

Veri temelli yönetim yaklaşımlarının benimsenmesine yönelik çalışmalar yürütülmesi

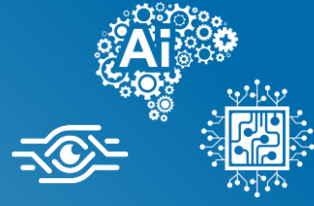
Yapay zeka ile oluşturulan görüntülerde sahtecilik tespiti

Düşük kaliteli görüntülerde bilgisayarlı görü tekniklerinin başarı performansının artırılması ve uygun veri setlerinin üretilmesi

Güvenlik/gizlilik ve etik değerler konularının ele alınması



SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER



AUS'un zeka düzeyinin artırılmasında, daha emniyetli, verimli işletilen ulaştırma sistemlerinin inşasında, birçok BG uygulaması vardır.

Geleneksel makina öğrenmesi yöntemlerinden derin öğrenmeye dayalı yaklaşımlara doğru bir eğilim olduğu, **CNN tabanlı mimarilerin yaygın olarak kullanıldığı** gözlenmiştir.

Derin öğrenme, büyük veri analitiği yöntemlerinin gelişmesi ve daha güçlü hesaplama kaynaklarının tesis edilmesiyle, BG uygulamalarının AUS'ta daha yaygın bir şekilde kullanılması beklenmektedir.



Çoğu derin öğrenme modelinin Python veya MATLAB ortamlarında geliştirildiği, Python'un PyTorch, Tensorflow, Caffe, Keras framework'lerinin, MATLAB'in Computer Vision Toolbox'ının yaygın olarak kullanıldığı gözlenmiştir.

Hem ilgili uygulama alanında yaygın olarak kullanılan veri setleri hem de yazarlar tarafından üretilen veri setleri başarı performansını ölçmek için kullanılmıştır.

Olumsuz hava koşulları, yetersiz ışıklandırma koşulları, kompleks arka plan ya da düşük kaliteli görüntüler gibi zorlu koşullarda, sistem performansını ölçebilecek yeni veri setlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

“

Trafik gözlem videolarının bilgisayar destekli akıllı sistemler ile analizi sayesinde, görüntüler üzerindeki değerlendirmelerde bilgisayar kontrolü ve verinin doğruluğu artırılarak insan kaynaklı hata payı azaltılabilecek, ülke ekonomisine katkı sağlanabilecektir.

”

TEŞEKKÜR EDERİM

Esmâ DİLEK
T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
Haberleşme Genel Müdür Yrd.
Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği Başkanı

esma.dilek@uab.gov.tr

