

Metalik Malzeme Faz Analizi

YOLO Tabanlı Görüntü İşleme Projesi

■ KT Mühendislik Sergisi
2. Ödül

Sunum Tarihi: 25.12.2025

■çindekiler

- 1** Proje Özeti
- 2** Problem Tan■m■
- 3** Metodoloji
- 4** Sistem Mimarisi
- 5** Sonuçlar ve Performans
- 6** Kullan■m ve Uygulama
- 7** Gelecek Çal■■malar
- 8** Sonuç

1. Proje Özeti

Bu proje, metalik malzeme mikroyapı görüntülerinden YOLO (You Only Look Once) derin öğrenme modeli kullanarak otomatik faz analizi yapan bir sistemdir. Geleneksel manuel analiz yöntemlerinin yerini alan bu sistem, hızlı, doğru ve objektif sonuçlar sunmaktadır.

- ✓ YOLO v8 tabanlı nesne algılama teknolojisi
- ✓ 5 farklı faz türünün otomatik tespiti (Ferrit, Perlit, Austenit, Martenzit, Bainit)
- ✓ %94.5 doğruluk oranı ile uzman seviyesinde performans
- ✓ Milisaniyeler içinde hızlı analiz (6.4 ms/görüntü)
- ✓ Batch işleme ile yüzlerce görüntünün toplu analizi
- ✓ Detaylı raporlama ve görselleştirme özellikleri

2. Problem Tanım

Geleneksel Yöntemin Zorlukları:

- Manuel analiz 30-60 dakika sürmekte
- Uzman metalurg bilgisi gerektirmekte
- Subjektif değerlendirme riski taşımakta
- İnsan hatası olasılığının yüksek
- Tekrar edilebilirlik düşük
- Büyük veri setlerinde ölçülebilirlik sorunu

Önerilen Çözüm:

YOLO derin öğrenme modeli ile otomatik faz tespit sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, görüntü işleme ve yapay zeka teknolojilerini birleştirerek, metalik malzeme analizini otomatikleştirirken standartlaştırmaktadır.

3. Metodoloji

- 1. Veri Toplama:** 1000 adet metalik malzeme mikroskop görüntüsü toplanmıştır, çeşitli çelik türleri ve çeşitli işlem koşulları kapsamaktadır.
- 2. Veri Etiketleme:** Uzman metalurgalar tarafından görüntülerdeki fazlar etiketlenmiştir, YOLO formatında annotation dosyaları oluşturulmuştur.
- 3. Veri Arttırma:** Rotation, flip, scale gibi tekniklerle veri seti zenginleştirilmiştir, model genelleme kapasitesi artırılmıştır.
- 4. Model Eğitimi:** YOLO v8 Small modeli, transfer learning ile COCO ağırlıklarını kullanarak 100 epoch eğitilmiştir.
- 5. Değerlendirme:** Precision, Recall, mAP metrikleri ile model performansı ölçülmüştür ve optimize edilmiştir.

4. Sistem Mimarisi

YOLO v8 Model Yapısı:

- **Backbone:** CSPDarknet53 (özellik çökarma)
- **Neck:** PAN (Path Aggregation Network)
- **Head:** Detection head (nesne tespiti)
- **Parametre Sayısı:** 11.2 milyon
- **Model Boyutu:** 22.5 MB

Eğitim Konfigürasyonu:

- Epoch: 100
- Batch Size: 16
- Learning Rate: $0.01 \rightarrow 0.001$ (cosine annealing)
- Optimizer: AdamW
- Image Size: 640x640
- GPU: NVIDIA RTX 3080
- Eğitim Süresi: 8.5 saat

5. Sonuçlar ve Performans

Genel Performans Metrikleri:

Metrik	Değer
Accuracy (Doğruluk)	94.5%
Precision (Kesinlik)	93.2%
Recall (Duyarlılık)	95.1%
F1-Score	94.1%
mAP@0.5	92.8%
İşlem Süresi	6.4 ms
FPS (GPU)	156

Faz Bazında Performans:

Faz	Precision	Recall	F1-Score
Ferrit	95.3%	96.1%	95.7%
Perlit	92.8%	94.5%	93.6%
Austenit	91.5%	93.8%	92.6%
Martenzit	94.1%	95.9%	95.0%
Bainit	92.4%	94.2%	93.3%

6. Kullanım ve Uygulama

Sistem Gereksinimleri:

- Python 3.8 veya üzeri
- CUDA destekli GPU (önerilen, opsiyonel)
- 4GB RAM (minimum), 8GB+ (önerilen)
- 500MB disk alanı (model ve bağımlılıklar için)

Kurulum Adımları:

1. git clone [repository-url]
2. pip install -r requirements.txt
3. python phase_analysis.py

Kullanım Senaryoları:

- **Metalurji Laboratuvarları:** Rutin mikroyapı analizi ve kalite kontrol
- **Ar-Ge Merkezleri:** Yeni malzeme geliştirme ve karakterizasyon
- **Üretim Tesisleri:** Üretim hattı kalite kontrolü ve izleme
- **Eğitim Kurumları:** Malzeme bilimi öğretimi ve öğrenci projeleri

7. Gelecek Çalışmalar

Instance Segmentation: Daha hassas alan hesaplamalar için Mask R-CNN veya YOLO-Seg modeline geçiş

3D Analiz: Seri kesit görüntülerinden 3D mikroyapı rekonstrüksiyonu

Web Arayüzü: Kullanıcı dostu web tabanlı analiz platformu geliştirme

Mobil Uygulama: Sahada hızlı analiz için mobil aplikasyon

Veri Tabanlı Entegrasyonu: Geçmiş analizlerin saklanması ve kullanılarak kullanılması

Gerçek Zamanlı Analiz: Canlı mikroskop görüntülerinin anlık analizi

8. Sonuç

Bu proje, metalik malzeme faz analizinde yapay zeka ve derin örenme tekniklerinin bir uygulamasını göstermektedir. YOLO v8 modeli ile elde edilen %94.5 doğruluk oranının, sistemin uzman seviyesinde performans sergilediğini kanıtlamaktadır.

Ana Başarımlar:

- ✓ Manuel analize göre 250x daha hızlı işlemeye
- ✓ Objektif ve tekrarlanabilir sonuçlar
- ✓ Sınırlı ölçülebilirlik
- ✓ Açık kaynak ve erişilebilir teknoloji
- ✓ Endüstriyel uygulamaya hazır sistem

Proje, metalurji ve malzeme mühendisliği alanında dijital dönüşümün önemini vurgulamakta ve gelecek çalışmalar için sağlam bir temel oluşturmaktadır. KT Mühendislik Sergisi'nde 2. ödülü kazanması, projenin kalitesini ve özgünlüğünü teyit etmektedir.



Teknikler

KT Mühendislik Sergisi organizatörlerine, danışman hocalarına ve bu projeye destek olan herkese teşekkür ederim.

■ KT Mühendislik Sergisi - 2. Ödül ■