

Metalik Malzeme Faz Analizi

YOLO Tabanlı Görüntü İşleme Projesi

■ KT Mühendislik Sergisi
2. Ödül

Sunum Tarihi: 25.12.2025

İçindekiler

- 1 Proje Özeti
- 2 Problem Tanım
- 3 Metodoloji
- 4 Sistem Mimarisi
- 5 Sonuçlar ve Performans
- 6 Kullanım ve Uygulama
- 7 Gelecek Çalışmalar
- 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 Tanımlama

Geleneksel Yöntemin Zorlukları:

- Manuel analiz 30-60 dakika sürmekte
- Uzman metalurg bilgisi gerektirmekte
- Subjektif değerlendirme riski taşımakta
- İnsan hatası olasılığı yüksek
- Tekrar edilebilirlik düşük
- Büyük veri setlerinde ölçeklenebilirlik 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 otomatikleştirmekte ve standartlaştırmaktadır.

3. Metodoloji

- 1. Veri Toplama:** 1000 adet metalik malzeme mikroskop görüntüsü toplanmış, çeşitli çelik türleri ve işleme koşulları kapsanmıştır.
- 2. Veri Etiketleme:** Uzman metalurglar tarafından görüntülerdeki fazlar etiketlenmiş, YOLO formatında annotation dosyaları oluşturulmuştur.
- 3. Veri Artırma:** Rotation, flip, scale gibi tekniklerle veri seti zenginleştirilmiş, model genelleme kapasitesi artırılmıştır.
- 4. Model Eğitimi:** YOLO v8 Small modeli, transfer learning ile COCO ağırlıkları kullanılarak 100 epoch eğitilmiştir.
- 5. Değerlendirme:** Precision, Recall, mAP metrikleri ile model performans ölçülmüş ve optimize edilmiştir.

4. Sistem Mimarisi

YOLO v8 Model Yapısı:

- **Backbone:** CSPDarknet53 (özellik çıkarma)
- **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 → 0.001 (cosine annealing)
- Optimizer: AdamW
- Image Size: 640×640
- 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 hesabı 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 Tabanı Entegrasyonu: Geçmiş analizlerin saklanması ve kararlaştırılması

Gerçek Zamanlı Analiz: Canlı mikroskop görüntülerinin anlık analizi

8. Sonuç

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

Ana Başarımlar:

- ✓ Manuel analize göre 250x daha hızlı işleme
- ✓ Objektif ve tekrarlanabilir sonuçlar
- ✓ Sınırsız ölçeklenebilirlik
- ✓ 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.



Teşekkürler

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

■ KT Mühendislik Sergisi - 2. Ödül ■