

深層学習を用いた大型レーザー装置の信頼性向上

Enhancing the Reliability of Large-Scale Laser Systems Using Deep Learning

Law King Fai Farley 特任助教
共同者: 藤岡慎介教授、長友英夫准教授

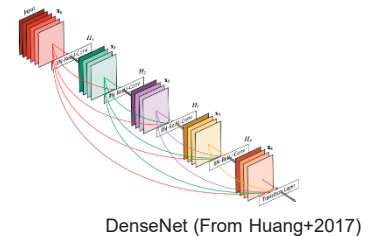
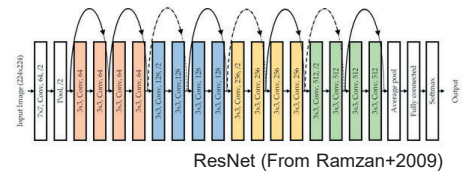
畳み込みニューラルネットワークによる画像解析

畳み込みニューラルネットワーク(CNN)は、画像認識や解析において最も先進的な技術の一つです。CNNは、人間の視覚システムに類似したアプローチを取ることで、画像内の特徴を自動的に抽出し、複雑なパターンを高精度で認識することが可能です。

CNNは、複数の畳み込み層とプーリング層から構成されており、各層で画像データを逐次的に処理することで、抽象度の高い特徴を捉えることができます。これにより、物体の輪郭やテクスチャ、色の違いなど、細部にわたる情報を効果的に解析することができます。

さらに、CNNは大量のデータを用いて学習することで、様々な画像認識タスクにおいて高いパフォーマンスを発揮します。例えば、ResNetやDenseNetなどの高度なアーキテクチャは、より深いネットワーク構造を持ち、より複雑なパターンの認識に優れています。

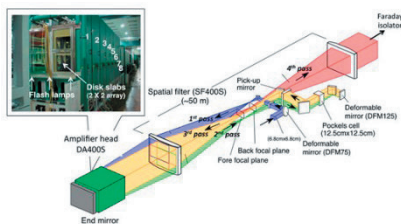
これらの技術を応用することで、医療画像の診断、監視カメラの異常検知、自動運転車の物体認識など、さまざまな分野で画期的な成果を上げています。



応用1 増幅器の異常検知

増幅器の異常検知は、レーザーシステムの安定性と効率を高めるために不可欠な技術です。深層学習を活用し、電流波形データを解析することで、増幅器の異常を早期に検出する手法を開発しました。電流波形データは増幅器の運転状況を詳細に反映しており、正常時と異常時の差異を精密に捉えることが可能です。

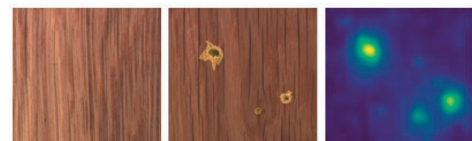
上で紹介されたアーキテクチャを用いることで、従来の手法では困難だった微細な異常も検出できます。この技術により、増幅器の信頼性を向上させ、予知保全の実現によって運用コストの削減とシステム全体のパフォーマンス向上に貢献できます。



応用2 光学素子の異常検知

光学結晶、反射鏡などといった光学素子の異常検知は、レーザーシステムの性能維持と故障防止に重要な役割を果たします。深層学習を用いた画像解析技術を駆使し、光学素子の劣化や損傷を早期に検出することもできます。

光学素子の劣化や損傷は、レーザー性能に直接影響を及ぼすため、迅速な異常検知が求められます。CNNを活用した画像解析により、微細な異常を高精度で識別し、光学素子の状態を継続的に監視することも可能です。この技術を開発することによって、光学素子の信頼性を高め、レーザーシステム全体の安定稼働を支えるとともに、メンテナンスコストの軽減を目指します。



PaDiMIによる画像異常検知例 (From Defard+2020)

