

# AI を用いた動画からの状態監視技術の開発

電子情報部 ○笠原竹博 奥谷悠典 米沢裕司 田村陽一

## 1. 目的

工場では不良品を出さないという強いニーズがある。そのため製品外観を製造後に目視検査するだけでなく、カメラで撮像し自動検査を行うケースも増えている。その一方で、生産装置の担当者は、装置の様子を見ながら日々の生産を行っており、異音や異常振動が発生している、あるいはいつもと異なる挙動が見られる場合は、装置を停止して詳細を観察するなどにより、不良品が製造されることを防ぐ必要がある。しかし、装置の稼働中、常に人が監視することは困難である。そこで AI 技術を利用し、対象装置をカメラで撮像することで状態監視を行う技術の開発を行った。

## 2. 内容

### 2.1 タイミング異常と AI による検知手法

対象とする装置が破損するなど、正常と異なる見た目になった場合は、正常時の静止画との比較だけで異常検知が可能である。その一方で、例えば図 1 のように A→B→C→D とボタンを順番に押下するロボットがあり、C ボタン押下時にひっかかりが生じて遅延や停止などの異常が発生する場合がある。この異常は、それぞれの静止画の比較だけでは異常と判定することができず、動画の時間的な変化の規則性を考慮して初めて判定できる異常であり、これをタイミング異常と呼ぶ。

タイミング異常を検知するには、正常動作時の動画（連続静止画）を AI に学習させて、ある瞬間の次の画像を AI に予測生成させる方法が考えられる。これは、図 1 に示すように、正常動作時には AI に予測生成させた画像と実際の画像との差が小さいのに対し、タイミング異常時には差が大きくなることを用いて、異常を検知する方法である。しかし、この方法は、図 2 のように対象装置が 2 通り以上の動作パターンを持つ場合は AI が「次の画像」を予測生成できず、正しく異常検知ができないという課題がある。そこで、この課題を解決する手法を開発した。

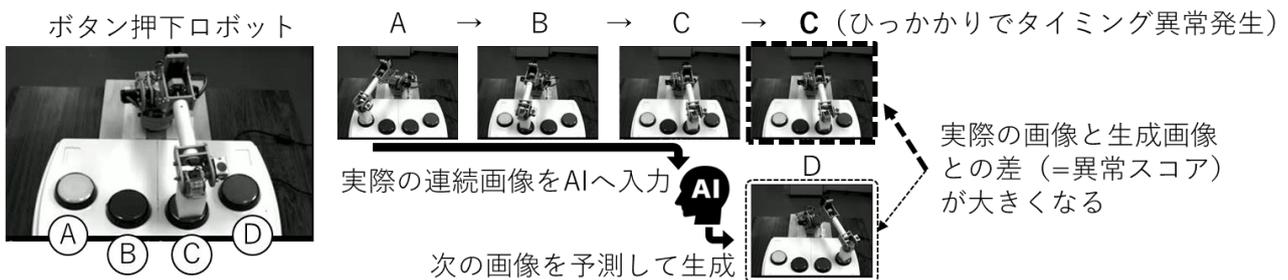


図 1 画像を予測生成する AI を用いたタイミング異常検知の方法

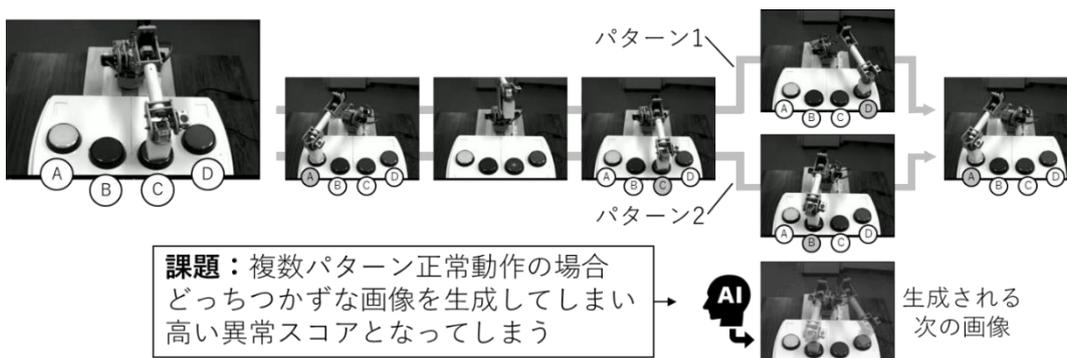


図 2 2 通り以上の動作パターンがある場合の課題

## 2.2 潜在変数を用いた異常検知

本研究では、潜在変数を用いてタイミング異常を検知する手法を新たに提案する。潜在変数とは画像の「特徴」に相当するもので、AIには正常動作時の動画（連続静止画）を学習させて、「次の画像」だけではなく「次の画像の潜在変数」も予測させるようにする。そして、実際の潜在変数と比較し、その差の大きい時をタイミング異常と検知する方法である。

前述の通り、複数の動作パターンがある場合は次の画像を絞り込むことができず、AIはどっちつかずの「次の画像」を予測生成してしまう。そのため、正常動作時でもAIの生成画像と実際の画像の差が大きく、異常検知ができない。これに対し、潜在変数については、AIは学習の結果、複数の動作パターン共通の「次の画像の潜在変数」を予測することができる。つまり、複数の動作パターンがある場合でも、正常動作時は潜在変数の差は小さく、異常時に限ってその差が大きくなることから、異常動作を検知できると考えられる。

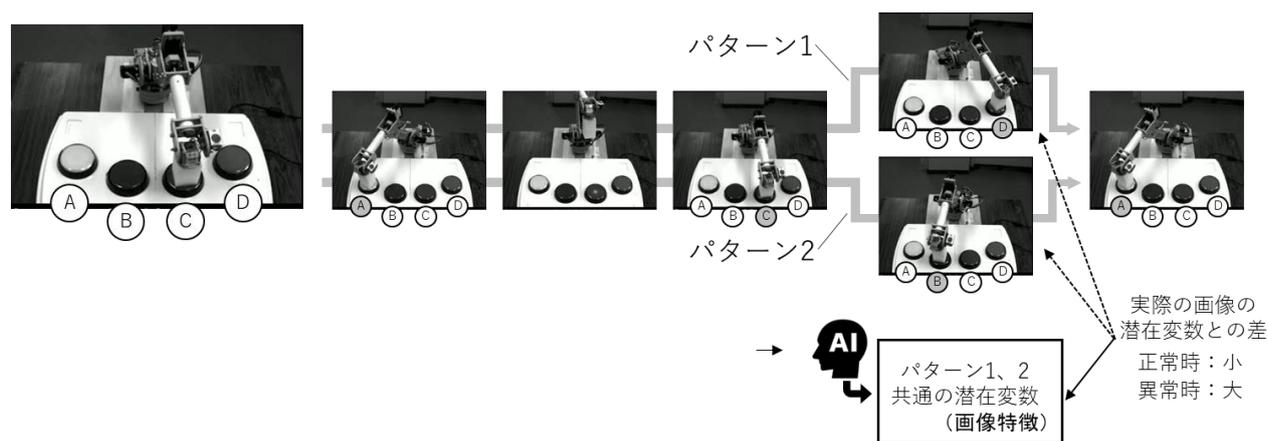


図3 提案手法の概要

## 3. 結果

提案手法の有効性を確認するための評価実験を行った。画像を予測生成する AI としては、以下の2種類の AI モデルを用い、それぞれの評価を行った。

①画像生成などができる AutoEncoder と時系列データの予測などができる LSTM を組み合わせた AELSTM とよばれる AI モデル

②精細な画像を予測生成できる PretNet[1]を6層に積層した AI モデル

この際、2通りの動作パターンで動作する機械を100回動作させ、その様子を動画に収録して、学習に用いた。2通りのどちらの動作をするかの規則性はない。また、これとは別にこの機械を10回動作させた際の動画と、タイミング異常を発生させながら10回動作させた際の動画を評価用に収録した。

このような動画を用いて、①②それぞれの AI モデルについて乱数シードを変更して5回の検知を試行し、精度の有効性を示す AUROC (Area Under the Receiver Operating Characteristics Curve) の平均値と分散を算出した。その結果、①では  $0.864 \pm 0.017$ 、②では  $0.902 \pm 0.021$  と比較的高い精度が得られ、今回評価した動画においては提案手法が有効であることがわかった。

今後は、様々な生産機械での仕分け等の連続動作と伴う作業に対して評価を行い、提案手法の有効性をさらに検証する必要がある。

[1] Lotter, W., Kreiman, G., Cox, D.: Deep Predictive Coding Networks for Video Prediction and Unsupervised Learning. ICLR 2017.