

AI 活用による自動検査技術

魚住正樹^{*1}

Automatic Inspection Technology Using AI

Masaki Uozumi^{*1}

1. はじめに

豊田合成では生産性向上を目的に工場の自動化を進めている。特に「検査の自動化」は深刻化する労働力不足の解消に繋がることから、生産現場では非常にニーズが高い。

近年では、様々なAIプログラムのオープンソース化が加速しており、内製でのAI開発の難易度が下がっている。

本稿では、豊田合成社内で開発したAI検査システムについて紹介する。

2. 対象製品

対象製品である燃料チューブは、燃料タンクからエンジンへ燃料を供給するものである(図-1)。樹脂チューブの周りをゴム製のプロテクタで覆い、その両端にコネクタを有する構成となっている。量産工程では、樹脂チューブに金属のコネクタを挿入した後、挿入状態の良否を判別するため目視検査を行っている。



図-1 燃料チューブ

3. 問題

現在行っている目視検査の自動化を検討する中で、カメラ画像による検査を検討したが、検査箇所がプロテクタで覆われているため、直接撮影できないという問題があった。また、プロテクタ越しであっても、撮影が可能なX線カメラも検討したが、非常に高額なため導入を見送った。

4. 対策方針

製品仕様上、画像検査は困難と考え、今回はコネクタ挿入時の荷重に着目した。良品と不良の荷重波形に明確な差があるため、荷重波形から製品の良否判別が可能と判断した。

一方で、本工程では良品波形に多少のばらつきがある(図-2)。そのため、例えば、ピーク値をしきい値管理するなどの、単純な方法では判別が困難である。加えて、不良がほとんど発生しない工程であることから、良品と不良のしきい値を設定することも困難である。そのため、活用するAIは、良品波形の多少のばらつきを許容でき、かつ不良データが全くない状態でも学習が可能なAE(Auto Encoder)¹⁾を選択し、挿入荷重から良否判別する検査技術の開発を行った。

AEを用いた検査システムは図-3に示す通りで、既存設備へ容易に追加できることをコンセプトに設計を行った。設備に取り付けられたセンサから挿入荷重を受け取り、AE検査システムで良否判別を行い、設備に結果を返す方式とした。

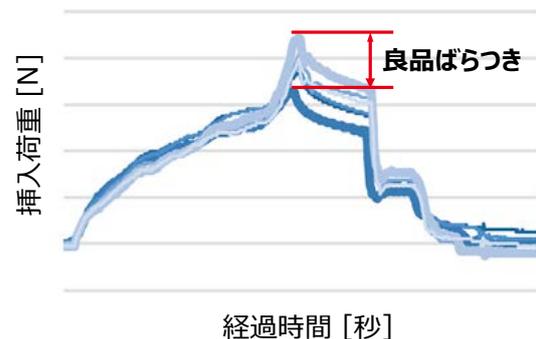


図-2 良品波形ばらつき



図-3 AEによる検査システム

*1 生産技術統括部 IoT 推進室

5. 対策実施

5-1. モデル作成

AE の構築には大量の良品データが必要になる。そこで量産工程で得られた良品データを学習させ汎化能力（未知データを正しく判別できる能力）の向上を目指した。

不良の見逃し防止・過剰判別抑制のため1つのAEで波形全体を見て良否判別するのではなく、技術的な知見から波形の見るべき範囲を決め、その範囲ごとにAEを作成し、各AEの判別結果から良否判別する仕様とした（図-4）。全てのAEが良品と判別した場合のみ判別結果を「良品」とし、AEが1つでも不良と判別した場合は、判別結果を「不良」とすることとした（図-5）。

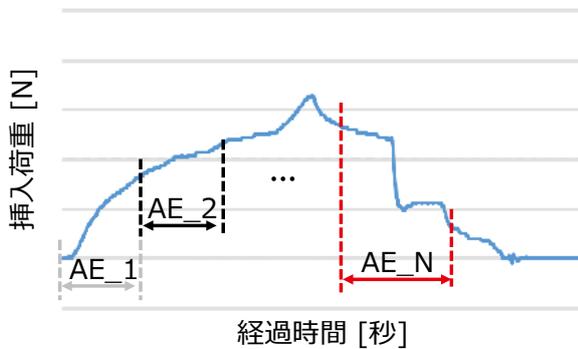


図-4 波形とAE区間の分割

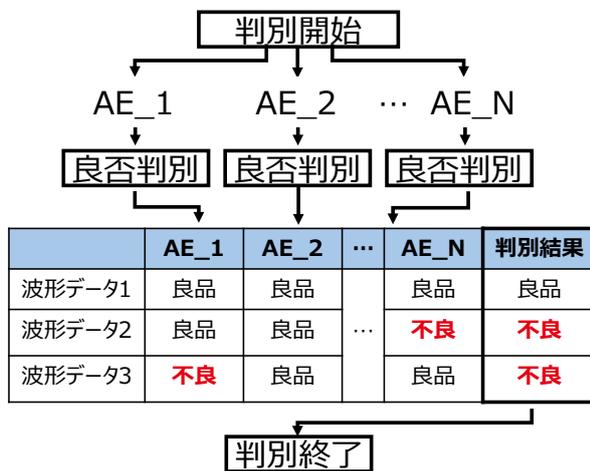


図-5 良否判別方式

5-2. 評価

AEによる判別精度の評価結果を表-1に示す。判別精度を確認するため、20個の不良データを用意した。

若干の過剰判別はあるものの、不良の見逃しはないことが確認できた。

表-1 良否判別結果

良品: 720 不良: 20		AI判別結果	
		良品	不良
人検査結果	良品	715	5 過剰判別
	不良	0 不良の見逃し	20

6. まとめ

本稿では、豊田合成社内で技術確立をしたAI検査システムの紹介を行った。AI技術の確立は完了したため、今後更なる過剰判別の抑制を行い、量産工程への導入・類似工程への横展を進めていく。

参考文献

- 1) François Chollet, 「PythonとKerasによるディープラーニング」, マイナビ出版, 2018 P97, P245-282

著者



魚住正樹