



AI とデータ設計を導入した 打刻システムの構築と今後の展望

Masuda Ryoya

増田 凌也^{*1}

近年、DX（Digital Transformation）によって、ビジネスや商品、日常業務から現場作業まで、幅広い分野にて生産性の向上が図られつつある。しかし、やみくもにデジタル化を進めればよいものではなく、企業の業務形態や商品仕様に合わせ、長期的な運用を考えたシステムフローの検討が必要である。

当社（高嶋技研株式会社）では、おもに飲料メーカー向けの検査装置を製造しており、DX を推進して、新しい価値の創出と拡大を目指している。この DX の一例として、自社による勤怠システムの構築を検討している。ここでは、「AI（Artificial Intelligence）を適用した顔認証 打刻システム」を構築したので紹介する。

また、本システムを構築するにあたり、AI およびデータ設計から新たな知見も得ることができた。それにとともに、この知見を当社の業務や検査装置に応用する手法を述べるとともに、今後の展望を併せて紹介する。

キーワード： AI、タイムカード、生体認証、Face Detection、Face Recognition、Anomaly Detection、Industrial Engineering

1. はじめに

当社は、旅費精算や物品購入等の日常業務は全て紙媒体で処理し、データ入力の手作業であった。勤怠管理も例外ではなく、従業員がタイムカードで打刻し、勤務時間等は Excel へ入力し、紙で管理していた。

しかし、この方式は打刻ミス（例えば他従業員カードで打刻する）が起これると一貫性が失われ、打刻時間の修正等、管理の煩雑さがあった。また、月末に管理者がタイムカードを回収し、翌月分を作成する手間が生じ、負担が大きいものである。

2023 年度に旅費精算の業務をクラウドサービスへ置き換え、勤怠管理も、同様の手法でクラウドサービスへ置き換えを検討していた。しかし、当社規定に対応したサービスは無く、置き換えが困難な状態であった。

そこで、当社のフレックスタイム等の働き方に合わせた勤怠管理の構築を目標に、第一段階として、打刻処理を電子化した（以下、打刻システム）。本システムは、AI を用いて従業員を識別し、電子データで勤怠を記録するシステムである。

また、このシステムは全て自社構築であるため、

^{*1}：高嶋技研株式会社 企画開発部

拡張性に優れる。例えば、クラウドサービスでは、上記の規定に対する課題以外にも、データの取り扱いが決まっていることによる、他システムへの連携に乏しい等の問題がある。このような問題（制約）が生じないことも最大の利点である。

さらに、システムを自社構築することで、機能実現に用いた技術から、新たな知見を得ることができ、業務や検査装置への応用が可能となる。

2. 打刻システム 従業員識別処理

タイムカード方式は、従業員自らカードを目視確認して打刻するため、誤りが発生する場合がある。

この誤りを無くすため、従業員の識別処理を自動化し、従業員は確認のみで完結するシステムを構築した。識別処理は、以下の2種類の生体情報を採用した。本システムは、主となる顔の識別ができないときに対応するため、指静脈による識別も備えている。

- (1) 従業員の顔 (Web カメラ)

(2) 従業員の指静脈 (静脈リーダー)

2.1 顔認識 検証方法

顔認識は、カメラで取得したデータを使用し、以下2つの機械学習モデルで検証した。各モデルの比較を以下の表1に示す。いずれも、個人の顔を識別（推論）し、結果から認識（誰であるかを確定）することが可能である。

- (1) VGGFace ⁽¹⁾

(2) SFace ⁽²⁾

表1 モデルの比較

モデル	サイズ	識別	速度
VGGFace	181MB	○	○
SFace	37MB	○	◎

上記モデルでの顔認識ができない場合は静脈で認識し、静脈認識もできない場合は手動操作で

打刻する処理とした（図1）。検証期間中、静脈・手動の打刻をした従業員は、顔認識のカウントから除外している。

また、打刻が円滑に違和感なくできるようにするため、処理速度も視野に入れて検証した。

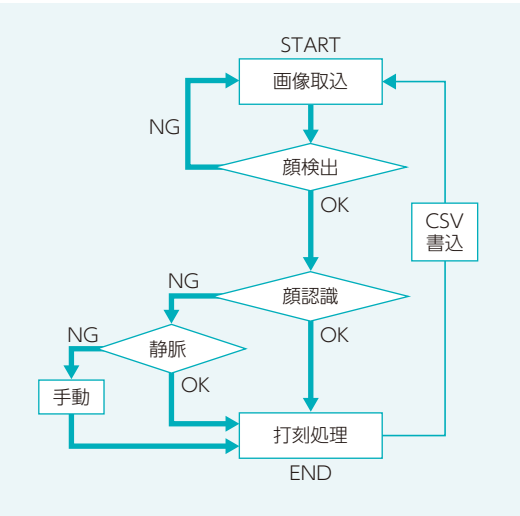


図1 打刻処理のフローチャート

2.2 VGGFace の検証結果

出勤・退勤時の未知画像を入力して、モデルの検証を開始した。従業員毎に識別結果の差があり、学習枚数不足が原因と考えられた（表2）。

表2 学習枚数と個人の識別結果

学習枚数	識別結果
100 枚以上	約 70%
100 枚以下	50% 以下

注・枚数は従業員1人あたりの総数である

枚数が少ない従業員は再学習しながら、約2か月間検証を実施した。検証中、認識結果が誤っていた未知画像を自動で追加学習する処理を組み込んだ。しかし、従業員全体の顔認識率は70%程度と、向上しなかった。図2はその結果で、顔認識率の推移を示している。

また、認識率の高い従業員の結果が、追加学習した従業員に引っ張られて、極端に低下することを確認した（モデル崩壊）。

そのほか、検証中の認識結果から、以下3つの要因によって顔認識率が変化したと推測する(図3)。

- (1) メガネやマスク等の装飾品の影響
- (2) 顔角度による輝度変化・凹凸変化
- (3) 識別に適さない顔(外れ値^{*})の検出
※自動輝度補正途中の白飛び・ブレ

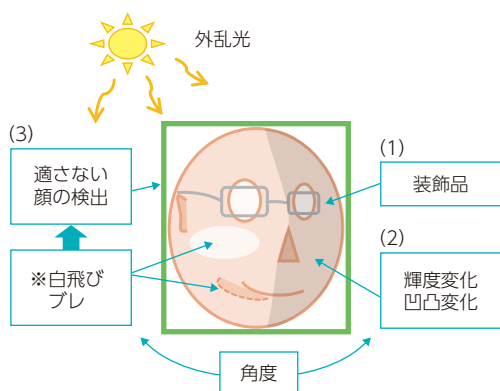


図3 認識率低下の要因

(2)と(3)は、白飛び・ブレ無視の前処理を実装することで多少改善したが、根本解決には至らなかった。

また、処理速度についても、識別処理が影響し、レートが低下(15~20fps)した。よって、連続

で識別し、認識することも困難であった。

2.3 SFaceの検証結果

VGGFaceモデルでは、確実な識別が困難であること、従業員数変更ごとに再学習の必要があることから、柔軟な運用に耐えられないと判断した。

次に、SFaceを用いて検証した。このモデルは、顔の特徴(目、鼻、口)とその座標を圧縮(ベクトル化)して抽出する。この抽出データをあらかじめ保管(辞書登録)し、未知画像の抽出データと比較することで、識別するものである。

この方法は、装飾品に影響されにくく、輝度変化にも強い。また、モデルサイズが小さいため、高速化が期待でき、識別を繰り返すことで認識率の向上が見込まれる。

これを実装し、1か月検証した結果を図4に示す。100%の顔認識率となり、確実な識別が可能であると分かった。

また、顔検出と顔識別の1フレーム当たりの処理速度を表3に示す。顔識別の高速化で全体処理が約50%向上し、レートも安定(28~30fps)した。これにより、次フレームへの影響が無くなり、連続で識別して結果を比較し、認識すること

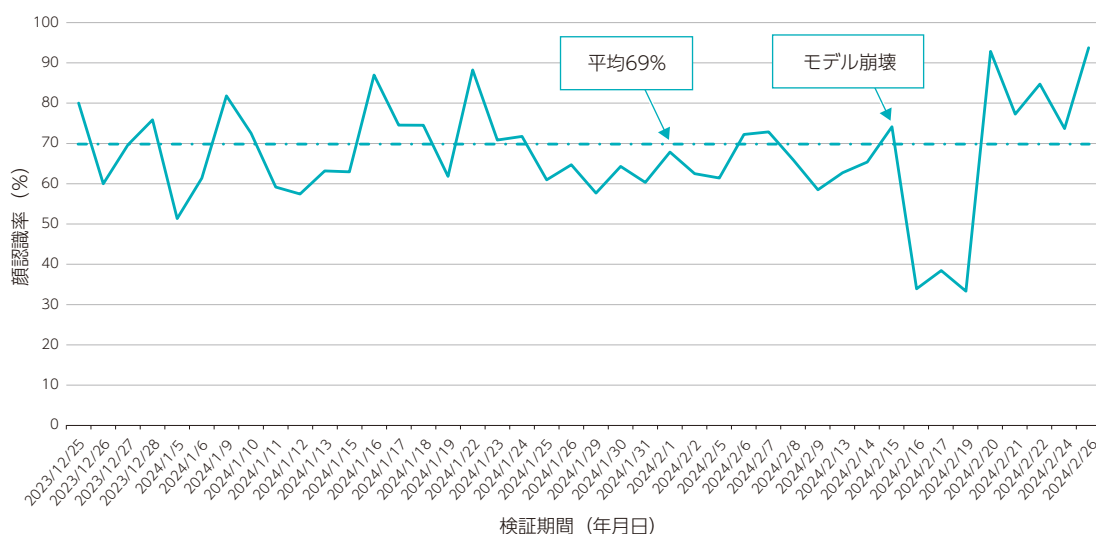


図2 検証期間中の顔認識率推移 (VGGFace)

が可能となった。

その後、顔認識までのフレーム数を検証した結果、5 フレーム（約 175ms）が顔認識に最適な速度であると判断した。例として、交通系 IC カードに近い速度（約 100ms）である⁽³⁾。後日実施した従業員アンケート（「速すぎる」「ちょうどよい」「遅すぎる」の 3 択）でも、回答者の 95% 以上が「ちょうどよい」と答え、体感的にも問題ないことを確認できた。

表 3 各モデルの処理速度結果

モデル	顔検出	顔識別	計
VGGFace	25ms	48ms	73ms
SFace	23ms	12ms	35ms

注 1. 速度は 100 ループの平均値

注 2. カメラは最大 30fps ≒ 1 フレーム 33ms

2.4 総合評価と実装への課題

VGGFace と SFace のモデルを検証した結果、常に安定した顔識別と高速処理が可能な SFace を採用した。また、検証中、識別の安定性向上と動作保証の確保のために、実機プログラムでは、以下 6 つの機能を追加実装する必要があることを確認した。

(1) 顔検出までのカメラ制御

検証では自動補正・自動露光としていたが、顔の明暗等で大きく変動し、速度の低下をまねく場合があった。不要な補正は制御を切って露光を固定し、取込画像全体の平均輝度から判定し、明暗を直接調整する処理を組み込む（カメラ直接制御）。

(2) 顔検出までのフィルター処理

打刻時に従業員は顔を近づけるが、不必要に打刻されるのを避けるため、適切な顔の位置と大きさの判定（座標）処理を組み込む。

(3) 顔検出後の輝度補正

顔の輝度に合わせて、取込画像の輝度を適正に補正する処理を組み込む。

(4) 辞書登録の重み付け

識別処理中、辞書の使用回数も記録（重み付け）し、辞書登録時に最大数（5 個）となった場合は、使用回数の低いものから上書きする処理を組み込む。

(5) 打刻システムの監視（常駐プログラム）

動作保証のため、別プログラムを実装し、打刻プログラムを常時監視する。停止時はアプリの再起動をする。

(6) 移植性の確保

PC が破損した場合でも、別の PC で置き換えて運用を可能にするため、プログラムの環境依存を減らして組み込む（プログラム実行ファイルヘリソースを埋め込む等）。

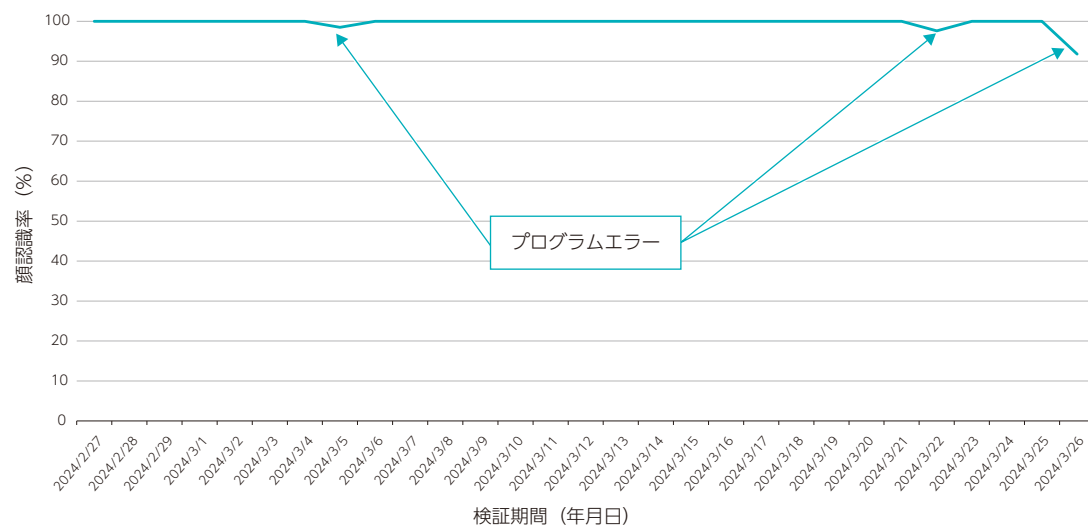


図 4 検証期間中の顔認識率推移 (SFace)

3. 打刻システム 構成

完成した打刻システムの全体の構成を図5に示す。このとき、水色枠が実行環境、橙色枠がデバイス、紫色枠がプログラム処理内容を表している。

打刻データは、打刻プログラムを実行しているPC (Surface) に保管され、常駐プログラムでサーバへバックアップする。

打刻はタッチ操作のため、ボタンやマウスの操作が不要である。GUI (Graphical User Interface) はSurface に最適化しているが、別のWindows OS 機へ移植は可能である。

実機の設置状況を図6に示す。暗所での動作の確保は、LED テープをトレーにセットし、人感センサで顔の下部から発光するようにしている。

3.1 打刻プログラムの GUI と処理内容

誰でも直感的に操作できるものを目指して、画面はシンプルにした。カメラに顔をおさめると緑枠が表示され、処理が1フレームずつ進む。認識確定後は従業員名が表示され、「出勤」「退勤」の

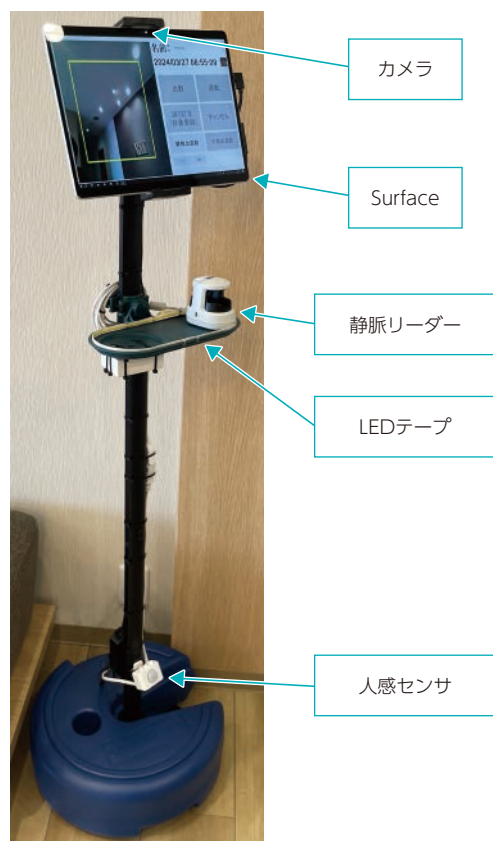


図6 打刻PC 設置状況

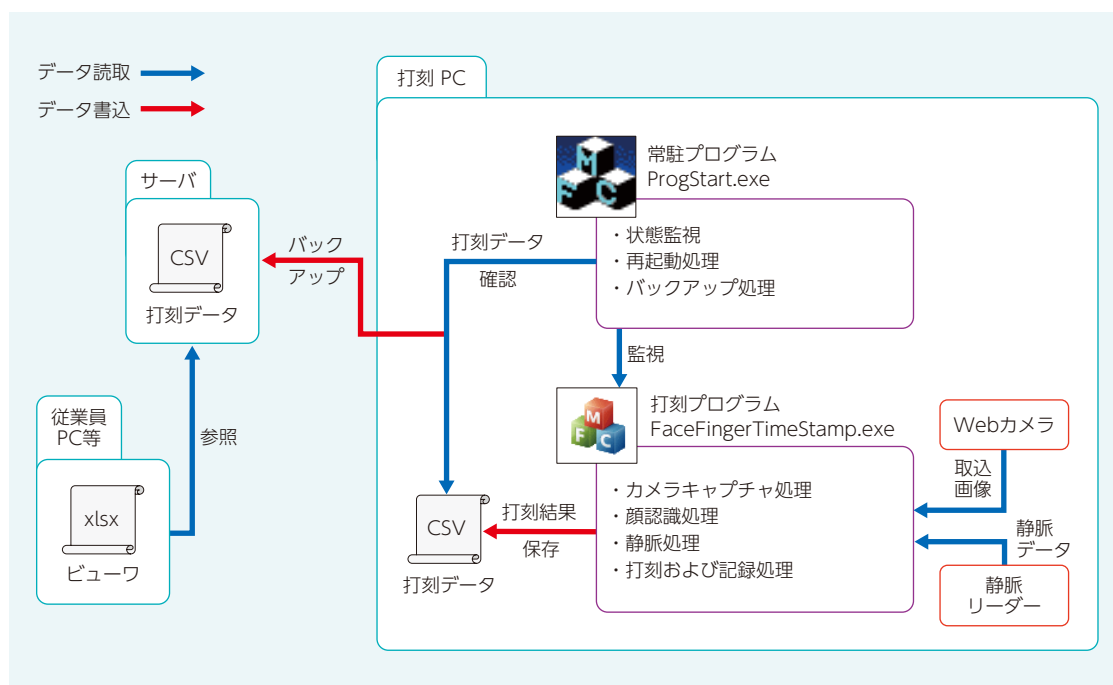


図5 打刻システムの構成

選択が可能となり、従業員はボタンを押して打刻操作を完了する（図 7）。

「誤り訂正」は、万が一認識結果が違ったときに選択し、静脈で認識して打刻後、抽出データを本人の辞書として登録する。

2.4 で挙げた、カメラ制御・フィルター処理・輝度補正・辞書の使用回数記録は、1 フレーム取込毎に実行する。これにより、識別の正確性と安定動作を確保している。

また、画面色や結果情報、デバイス音やポップアップ画面等、システム側の動作を明確にしなければ、使用者に意図が伝わりにくいことが判明した。

これを解決するため、操作が必要な場合は色で示す・操作後は音を出してポップアップ画面を表示する工夫も追加した。

さらに、カメラと静脈リーダーのデバイス不備による打刻ができない場合に備えて、リスト選択で打刻可能とした（手動出退勤）。デバイスが使用できるかどうかは、常時監視している。

3.2 常駐プログラム

常駐プログラムは、バックグラウンドで動作しており、打刻プログラムの監視と打刻データのバックアップをする。

ここでバックアップされたデータはサーバ上に書き込まれ、ビューワで確認できる。

3.3 管理者の確認方法

保存する打刻データは、以下 5 つの情報を持たせている。

- (1) 日付
- (2) 従業員名
- (3) 打刻時刻
- (4) 出退勤
- (5) 打刻種 顔、静脈、誤り訂正、手動

このデータから、必要な情報を取得して表示するビューワを作成した（図 8）。これにより、管理者は任意のタイミングで、いつ・だれが・どの



図 7 打刻プログラムのメイン画面と打刻操作

時間に出退勤していたかを、遡って確認できる。
また、従業員別の月別打刻も確認できるため、PDF 出力等でのデータ管理を可能にした。

4. 打刻システム 運用

打刻システムの運用を開始して約 10 か月が経過しているが、顔認識の誤りも発生せず、問題なく動作している。
運用後に実施した、従業員アンケートでも、回答者全員が「置き換えたことで楽になった」と回答があり、管理者からも「負担が減って助かった」との意見がある。

運用後、打刻システムにより、一貫性のあるデータの集計と管理が可能となり、業務が効率化・改善している。また、カード・インク購入費も発生せず、コスト削減にもつながっている。

5. 構築過程より得た知見

今回の打刻システムの構築をとおして得た知見

を下記の 2 点にまとめる。

- (1) 進歩する技術の選択法と最適化
- (2) データの取り扱いを考慮した設計法

5.1 進歩する技術の選択と最適化

発展が目覚ましい技術を用いる場合は、新しい手法を常に収集・試用・検証し、運用に適するものを選択することが重要である。

例として、AI（機械学習の識別モデル）は「学習能力が高い」ことが、「識別性能が高い」とは言い切れない。今回のように、未知画像に対して柔軟（汎用性が高い）でなければ対応できない場合も多い。このため、複数候補の準備と運用後に起こる問題を考慮し、検討する必要がある。

また、その技術に偏らず、2.4 のように既存技術で条件を整え、入出力をモデルに合わせることも欠かせない。

登録者リスト			打刻日付		出社状況の				
No	登録名	シートリンク	No	日付	名前	状態	社員数	45	
0			0	2024/12/1		出社	出勤	39	86.7%
1			1	2024/12/2		出社	出社	38	84.4%
2			2	2024/12/3		出社	退勤	1	2.2%
3			3	2024/12/4		出社	不在	6	13.3%
4			4	2024/12/5		出社			
5			5	2024/12/6		出社			
6			6	2024/12/7		出社			
7			7	2024/12/8		不在			
8			8	2024/12/9		出社			
9			9	2024/12/10		出社			
10			10	2024/12/11		出社			
11			11	2024/12/12		出社			
12			12	2024/12/13		出社			
13			13	2024/12/14		出社			
14			14	2024/12/15		出社			
15			15	2024/12/16		出社			
16			16	2024/12/17		出社			
17			17	2024/12/18		出社			
18			18	2024/12/19		出社			
19			19	2024/12/20		出社			
20			20	2024/12/21		出社			
21			21	2024/12/22		退勤			
22			22	2024/12/23		出社			
23			23	2024/12/24		出社			

図 8 ビューワの打刻データ取得例

5.2 データの取り扱いを考慮した設計法

人が入力する方法以外でデータを収集する場合は、必要な分のみを収集・記録（データ単純化）し、扱い方を工夫することが重要である。

例として、データベースへ記録する場合、テーブル（データを入れる枠）を定義するが、余分なデータは入れず、かつ、別テーブルとの関連性も紐づけることが必要である。

今回の打刻データは、3.3のように必要最低限のデータとして単純化した。これにより、勤怠規則が変化しても、連携テーブル（勤務時間テーブル）側の解釈方法の修正で対応可能である。

同様に、社内作業（工数等）は、「何がどれだけ」に限定すればデータ本体は比較的シンプルになり、「どうつなげて扱うか」が重要である。

別システムと連携する場合では、特に考慮する必要がある。

6. 今後の展望

5項を考慮し、今後、日常業務や検査装置のDXへの展望を述べる。

6.1 日常業務の展望

業務のDXとして、以下3つについて検討している。将来的には、これらを統合して、当社の企業形態にあわせた原価管理システムの構築を目指す。

(1) プロジェクト工数管理

工数管理は、勤怠システムとして構築中であり、既存のExcel勤務表と連携することで、集計が可能となる。

(2) 調達業務の管理・省力化

現状は、担当者が手入力で調達情報（型式、価格、購買日、検収日等）を記録している。これをひとつずつ入力するのは、非常に手間が掛かる作業である。ここでは、入力する情報は可能な限り少なく（データ単純化）し、入力を自動化もしくは予測入力する方式で省力化して、調達業務の効率化を図る。具体的には、POSシステムに似た形式で、

調達情報をスキャンして自動化する方法を考えている。

将来的には、(1)の管理と連携し、プロジェクトの原価管理ができるシステムを目指す。

(3) 経理情報の連携

前述(1)(2)との連携は少々複雑であるため、全てを自社構築とせず、導入済みであるSAPと連携し、集計および出力結果の拡張を目指したい。

6.2 検査装置の展望

5.1に関して、飲料分野に限らず多くの検査装置は、新しい商品価値としてAIの搭載が加速している。当社でも、検査画像の良否判定・異常検知にAIを適用する場合があるが、「データが取得できている」が前提で、これには検証の準備と手間が掛かる（学習コスト）。また、再学習後の未知画像判定の確実性（推論精度）にも欠ける。

しかし、近年では学習なし、または少量の学習（学習速度が速く、軽量）で、ある程度の異常検知が可能なモデルも存在する。これにより、上記の学習コストが解消しつつある。検査画像へのAI適用は、学習ありと考えていたが、条件を満たせば、学習コストを低くすることが可能である。

図9はその一例で、当社の作業機（木目調のプリント）をカメラで撮影し、そこに含まれる節を異常として、学習コストが低いモデル⁽⁴⁾へ適用したものである。判定結果はヒートマップとして取得でき、赤色、緑色、青色の順に異常個所の度合いを示している。図9-(d)のように、節部分の異常度合いが高く出ていることがわかる。

将来的には、生産前の検証（サンプル流し）時に学習なし推論を実施し、AI機能の有無を決定する等、既存技術の補助機能として付加することが可能である。

5.2に関しても、検査装置のデータ累積機能の拡張・強化時に重要となる。

例として、飲料製品の検査装置の場合、現状は生産品目の切替毎に検査履歴（測定結果・判定結

果)を現地オペレータが記録し、各品目の生産時の条件(容器温度等)も別途記録している。

つまり、品目毎の検査設定は、履歴と条件を考慮している。ここで問題となるのは、図10のようにオペレータが変わった場合である。装置は検査履歴のすべては記録しておらず、装置そのものでは、過去を遡って確認することが困難である。

このため、新しいオペレータは、生産中に再調整を余儀なくされ、履歴と条件から最適な検査設定を決定することが困難になる。設定の決定条件が再現(調整)できない場合は、当社から再調整もしくは条件を考慮した設定方法の教育が必要になる場合もある。

これらを解消するには、取得データを貯める観点から考えれば、検査装置へデータベースを組み込み、過去の履歴を蓄積すればよい。ただし、前述の調整は、データの検査履歴の図示方法やグラフ種等で変化する可能性がある。

例えば、分析機能を実装するとき、「どうつなげて扱うか」を考慮すると、各要素の相関が重要である。上記の場合、測定結果と温度の相関を取った散布図等があれば、新しい品目でも調整の目安

となる。これにより、オペレータ間の引継ぎ等の問題も解消が可能である。

なお、この問題が発生する要因は、図11のように、検査装置の上流側の装置の稼働状態によって容器温度が変化するためである。これにより、検査装置の設定が温度に合わせて調整済みであっても、意図せず誤検出する場合がある。この誤検出が、オペレータの操作をさらに混乱させる。

対応策として、他装置のデータ(稼働時間、停止時間、調整内容等 単純化したもの)を検査装置にため込み、分析することで、生産状況に合わ

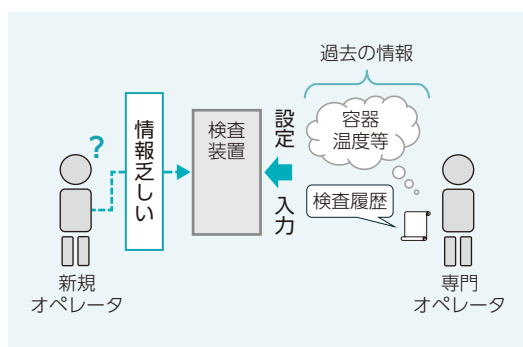
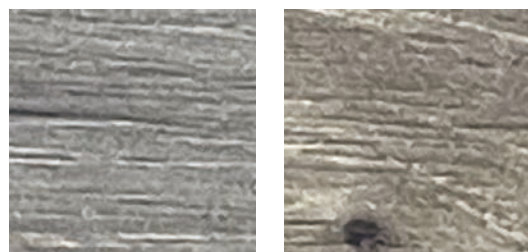
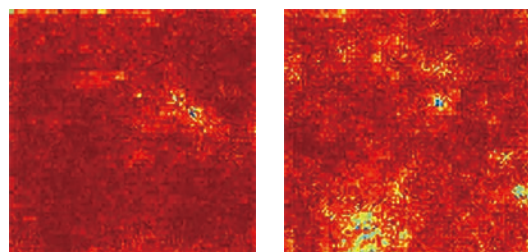


図10 検査設定の入力例



(a) 正常な機画像

(b) 節のある機画像



(c) 正常な機画像のヒートマップ

(d) 節のある機画像のヒートマップ

図9 学習コストが低いモデルの適用例

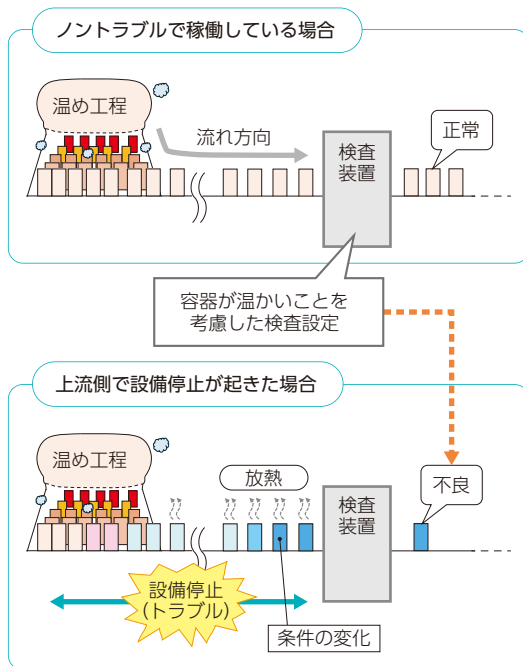


図11 上流設備による温度変化と検査装置の状態

せた誤検出の可能性を通知できる。現場オペレータが検査装置で起こり得る異常を、前もって認知することから、生産性向上（現場対応）につながるとも考えられる。

7. まとめ

勤怠管理 DX の一環として、AI を用いた打刻システムを構築した。社内で完結することで、AI の拡張性が高まった。

また、本システムでは AI による顔識別に関して、多数の障壁があり紆余曲折した。最終的には、SFace の採用で堅牢なシステムになり、モデル選定の重要性も認知できた。

技術適用における知見により、業務改善や検査装置への展望が広がり、さらにムリ・ムラ・ムダがない新しい価値の提供を目指す。

参考文献

- (1) Qiong Cao, Li Shen, Weidi Xie, Omkar M. Parkhi and Andrew Zisserman (2018) [VGGFace2: A dataset for recognizing faces across pose and age] , arXiv:1710.09092v2 p9-10
- (2) Yaoyao Zhong, Weihong Deng, Jiani Hu, Dongyue Zhao, Xian Li, Dongchao Wen (2022) [SFace: Sigmoid-constrained Hypersphere Loss for Robust Face Recognition] , arXiv:2205.12010v1 p9-10
- (3) 非接触 IC カード技術 FeliCa のしくみ
ソニー株式会社
<https://www.sony.co.jp/Products/felica/about/scheme.html>
- (4) Mingxing Tan, Quoc V. Le (2021) [EfficientNetV2: Smaller Models and Faster Training] arXiv:2104.00298v3



高嶋技研株式会社
企画開発部

増田 凌也

TEL 0776-74-0880

FAX 0776-89-0888