

TAKAHASHI METAL INDUSTRIES CO., LTD.

Special Edition 特集

高橋金属株式会社
環境商品事業部 技術課

神林 大貴

高橋金属株式会社
生産技術部 技術開発課
係長

中川 真言

龍谷大学
先端理工学部 知能情報メディア課程
教授

藤田 和弘

高橋金属株式会社
取締役
生産技術部/技術営業部 部長

藤谷 憲治

高橋金属株式会社
環境商品事業部
次長(商品開発担当)

廣川 載泰

機械学習モデルを活用し 不良品の見逃しゼロを目指す！



ものづくりの現場で目視が主流となっている製品の外観検査について、機械学習の一つである深層ニューラルネットワークを活用し、検査業務の省力化と識別精度の向上に取り組みました。

今回は、藤田和弘教授と高橋金属株式会社との産学連携で生まれた、新たな事業価値とその成果、デジタル人材の育成、今後の展開などを語ってもらいました。

検査員の目に替わる 品質保証の自動化システムを開発

藤谷 私たちは金属塑性加工総合メーカーとして、創業以来、多種多様なお客様の加工ニーズに応えてきました。時代に合せて、ものづくりの合理化にも積極的に取り組んでいますが、一方で鍛造部品の外観検査は現在も検査員による目視確認が中心で、ミリ単位、マイクロ単位の圧痕やバリといわれる傷を精度良く、しかもスピーディーに識別するのは容易ではありません。特に、私たちが手がける自動車部品は月産数十万個にのぼり、これらをわずか数人の検査員が担当するのは非効率といえるでしょう。機械学習など最先端の手法を使って、品質保証の部分を自動化できれば、生産性はもちろん、製品の信頼度や安全度はさらに高まっていくに違いありません。

廣川 実は以前、あるベンチャー企業に委託してAIによる外観検査システムの導入に取り組みましたが、私たちの乏しい知識ではプログラムに触れることが難しく、システムが複雑になるたびにコストが大きく膨らんだため、開発を途中で断念したという経緯があります。自分たちが機械学習についてもっと理解を深め、自社の製品や業務に対応するような新たな手法で、不良品検出を自動化できないか…。以前から大学のシーズを活用し、技術価値を高めたいという思いを持っていたことから、2020年8月に同じ県内にあるREC滋賀・知的財産センターを訪ね、藤田先生との産学共同が始まりました。

学びを深めるデュアルシステム Unknownクラス設定で識別精度を高める

藤田 今回、鍛造部品を撮影・画像処理する技術は自社で持っておられたので、外観検査の識別精度の向上について、OK画像1,050枚、NG画像1,050枚のデータセットを使い、深層ニューラルネットによる機械学習支援に取り組みました。不良品を良品と誤認することは許されませんが、判定基準が厳しすぎると歩留まりが低くなってしまいます。従来のように、OK画像とNG画像を機械に学習させて、良品の領域でないもの(anomaly)をすべて検知(detection)して弾くという二択ではなく、特徴量抽出器としてCNN(Convolutional Neural Network)を使った、新たな不良品検出のアルゴリズム開発を目指しました。

中川 鍛造加工というのは金型に金属を押しつけてプレス成形していくのですが、新しい金型では見た目に光沢があるきれいな製品が出来上がる一方、何度も繰り返し使って摩耗した金型ではマットな感じのざらついた表面に仕上がる可能性があります。人の目では品質に問題ないと判断できても、AIではわずかなテクスチャーの変化もすべて良品とは違う特徴だと認識してしまう…。今回、技術開発の主担当を任せられたのですが、ベンチャー企業との失敗経験を踏まえて、自社が抱えている課題や実現したいことを明確にし、機械学習について藤田先生に一から教えてもらうつもりで臨みました。

藤田 CNNの最終畳込み層の出力に対して、従来の異常検出に用いられるワンクラスサポートベクターマシン(One Class SVM)は、良品グループの分布周辺1〜2パーセントを含めた外側をすべて異常、その内側を正常と識別するのが一般的ですが、それではOK品以外はすべてNG品と判断します。今回、新たな試みとして不良品のグループについても同様のアルゴリズムモデルを用い、それぞれの特徴量を学習したデュアルのワンクラスサポートベクターマシンで精度の高い識別が実行できるように工夫しました。もう一つ、今まで学習したことがない、つまりOKでもNGでもない画像についてはUnknownという第3の選択肢(クラス)を新設したのが特徴で、先ほどの中川さんの話で言えば、外観検査でUnknownのカテゴリーが一定数増えてくれば、データを見ながら金型を交換したり再学習が必要なタイミングを確認することができるようになるでしょう。

中川 以前は、部品鍛造の時期やタイミングが変わるたびに、今までOKだったものがNGと判定されることも多く、学習モデルとしてはライフサイクルが短いという問題がありました。新たなデュアルワンクラスサポートベクターマシンの仕組みを導入し、Unknownの分類カテゴリーを設けたことで、システム更新の頻度が下がっていくのではないかと期待しています。現在、実際の製品に合わせたプログラミング改修に取り組んでいます。まだ人間の目視に及ばない部分もあるので、さらに精度を高めた学習でモデリング実装を目指したいと考えています。

現場で磨いた感覚を大切に “産”の課題に即したシーズ提供

廣川 最初は「ニューラルネットワークって何?」というレベルで、機械学習について何も分からない私たちが、最先端の研究機関である大学を訪ねても大丈夫かという心配はありました。しかし、藤田先生には今回の連携支援だけに留まらず、週に一度、オンラインで機械学習の基礎カリキュラムについて勉強する機会を設けて

いただき、大学で学んでいるような感覚で順序立てて知識を深めることができました。また、藤田先生が指導される学生さんたちが会社に来てくれ、金属塑性加工の現場を見学したりAIについてディスカッションしたり、私たちが抱えている課題やニーズについて、“産”の視点を持ってサポートしていただいたことが心強かったですね。

藤田 ものづくりにおいて、良品の中に不良品が混ざると大変なことになってしまいます。私は定期的にゼミを開いて、大学院生はもちろん、他大学の専門家、様々な企業や団体等を交えてディスカッションする場を提供しているのですが、異分野の人たちと意見を交換し、また実際にフィールドに出かけてプレス加工や品質管理の現場を見ることで、例えばコンマ何ミリの微細な傷を検査するのにこれくらいの精度や時間が必要なんだと、実情に即した効率化の方法が見えてくるはず。教育への還元という視点で言えば、産学連携は大学の外へ飛び出して社会実践力を身につける絶好の場と考えています。

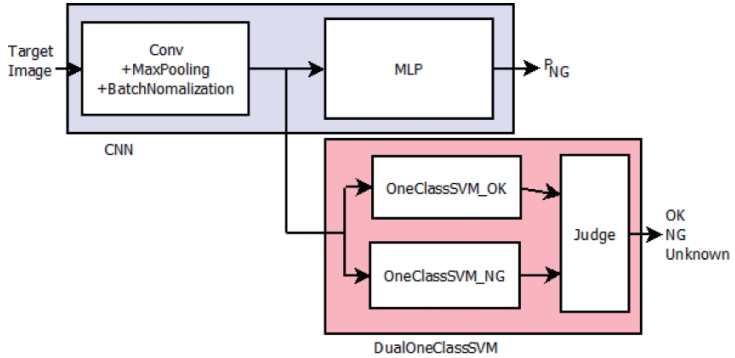
デジタル人材の育成と活用が 自走できる組織づくりに結びつく

藤谷 高橋金属は「私達の成長で世の中が良くなる会社に」という経営理念を掲げています。人の成長が会社の成長と考える私たちにとって、今回の産学連携はこれまで機会がなかったデジタル人材の育成につながる大きなチャンスとなりました。市場競争がますます激しさを増す中、社内だけで完結するクローズド型ではなく、大学の研究シーズや学生さんのマンパワー、設備等をうまく活用しながら知識や技術を手の内化し、新たな付加価値を創出していくことが大切です。AIなどが当たり前に使われる時代を迎え、どんなものづくりが必要か、お客様から何が求められているか、新たな気づきにつながった点も多かったですね。

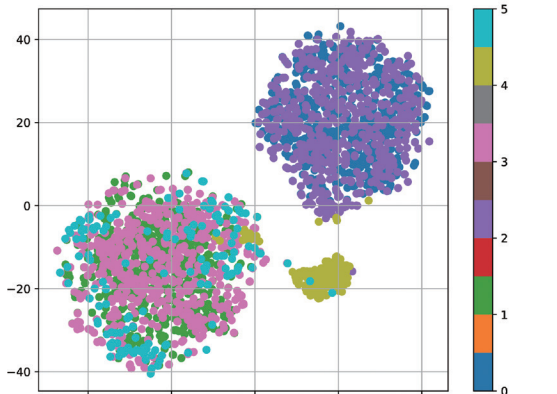
神林 藤田先生からアイデアをいただき、社内での新たな画像検査装置TIWS-VISシリーズの開発にチャレンジしました。オープンソー



画像認識を使った不良品検出の様子



アルゴリズム全体



製造時期が異なる特徴量分布 (0:trainOK, 1:trainNG, 2:validOK, 3:validNG, 4:testOK, 5:testNG)

刺激を肌に感じる連携で 未来を拓くイノベーション創出

藤谷 私たちが以前に取り組んでいた機械学習は、不良品のパターンを認識させるというプロセスが必要でしたが、そのためだけに膨大な不良品を作るというのは現実的ではありません。今回の取組では1,000枚レベルの画像データを使った学習が可能になるなど、これまで解決が難しいと考えていた課題について、思いもよらない技術と知識を組み合わせることによって、新たなイノベーションを創出していけるのが産学連携の魅力でしょう。今後も、REC滋賀・知的財産センターとの共同で、人々が幸せに暮らせる商品やサービスを提供し、持続可能な社会の実現に貢献していきたいと思います。

藤田 私はこれまで様々な企業、団体等との連携に関わってきましたが、結局、大学というのは皆さんに刺激を提供する場所だと考えています。機械学習で用いるCIFAR-10データセットなどを使って、計算機の中の飛行機や犬、鳥などを正確に分類できても、小さな傷の識別ができなければものづくりの現場では役には立たないでしょう。今回の高橋金属さんとの取組でも、課題に対してすぐに答えを求めるのではなく、最初はワンクラスサポートベクターマシンという発想が分からなくても、一人ひとりが刺激を受けて勉強し、自分自身をスキルアップして、会社全体の技術力を高めていく…。創業以来、そんな社風が育まれてきたからこそ、短期間で新しい価値を創造できたのだと思います。私にとっても良い経験となりました。

【Profile】
藤田 和弘(Kazuhiro FUJITA)
京都工芸繊維大学大学院修士課程工芸科学研究科電子工学専攻修了。同大工芸学部助手、同大情報科学センター助教授を経て、龍谷大学理工学部助教授、その後、教授として現在に至る。京都工芸繊維大学博士(学術)。

高橋金属株式会社