

インダストリープリントにおけるAIを活用した特殊媒体印刷

及川 真史 金井 邦夫
嶋田 徹一

昨今、オフィスではペーパレス化が叫ばれる中、OKIは、中期経営計画2019の中でまだ成長が見込まれるインダストリープリント事業の拡大を重点施策の一つとして掲げている。インダストリープリントは、一般のオフィスプリントに比べて、多種多様な材質や厚みの用紙（以降、印刷媒体と呼ぶ）へ印刷されており、印刷媒体への対応力がプリンター差別化の重要ポイントの1つになっている。

本稿では、プリンターの印刷媒体対応力の強化策として実施している、人工知能（Artificial Intelligence、以下、AI）を活用した印刷不良改善の自動化に関する取組みを紹介する。

インダストリープリントの特長

インダストリープリントとは、医療、流通、製造など、特定業種の特定期業務に特化して印刷物を作成することを言う。それはオフィスでの印刷と異なり、印刷物がその業務のバリューチェーンで重要な役割や価値を持っている。特に、印刷物自体が商品として販売されたり、商品の一部として利用される場合、印刷物の品質が商品の価値に大きな影響を与えることになる。例えば、OKIのMICROLINE^{*1)} VINCI^{*2)}というA3プリンターでは、結婚式の披露宴で使用される招待状や、引き出物で新郎新婦の写真が入ったワインボトルのラベル、お菓子のパッケージなどの印刷でよく利用されている。その際、結婚式の招待状であれば、コーティングされたつやのある厚紙やきらきらと光る加工がされた色紙が使われる。また、ワインボトルであればノリ付きの透明フィルム素材が、お菓子のパッケージであれば厚紙が使われる。これらの印刷の特徴は、目的に応じて様々な印刷媒体（以降、特殊媒体と呼ぶ）が使用される点である。

特殊媒体への対応とその課題

特殊媒体には、厚紙、長尺紙、和紙、板紙、洋紙、フィルム、合成紙、ラベル、貼合などの、多様な種類があり、プリンターを利用するお客様は、それらの特殊媒体を使ってより高い付加価値の印刷物を提供することにより、ビジネス拡大に取り組んでいる。そのためには、これらの特

*1) MICROLINEは株式会社沖データの商標です。 *2) VINCIは株式会社沖データの登録商標です。

殊媒体に合わせてプリンターの印刷設定を調整し、適正な画質で印刷することが非常に重要になる。

MICROLINE VINCIは、それらの特殊媒体への印刷はある程度想定されており、一般的なオフィスプリンターと比べると幅広い印刷媒体に安定して印刷できるように設計されている。

しかし、インダストリープリントのお客様が印刷したい特殊媒体には、プリンターが標準で用意している印刷調整メニューでは対応できないことも多い。そのような場合、お客様からの依頼により、使用する印刷媒体を預かり、OKIの技術者が最適な印刷設定を探し出して提供する、という対応をしている。このような依頼は、国内に限らず、米州や欧州の海外のお客様も含めて、年間数百件受け付けており、お客様とOKIの技術者の双方で下記のような課題があった。

- ①お客様は依頼への回答まで長い時間待たなければならない。
- ②お客様はOKIの技術者とのQ&Aに対応する必要がある。
- ③お客様にとって複数種類の特殊媒体を気軽に試し難い。

このような課題を解決するために、OKIでは技術者が実施していた特殊媒体の印刷設定調整作業をAIを用いて自動化し、それをクラウドサービスの形でお客様に提供するための技術開発に取り組んでいる。

AIを用いた特殊媒体対応の取組み

技術者の調整作業を自動化する手法として、機械学習をベースとしたAI技術を利用して、特殊媒体に対する最適な印刷設定値を予測するモデル（以降、予測モデルと呼ぶ）を開発している。

予測モデルは、図1に示すように、入力データと教師データからなる学習データを基に、機械学習により最適な印刷設定値を導出する。

入力データは下記の3つの情報からなっている。

- ①調整対象の特殊媒体の情報
- ②印刷不良状態の画像から得られる特徴量
- ③②の印刷不良となったときの印刷設定値

教師データは、ある入力データに対して印刷不良を解消する、あるいは、最も良く改善する印刷設定値である。学習データは、入力データとそれに対する教師データの組の集合であり、未知の特殊媒体で起きている印刷不良に対して最適な印刷設定値を予測できるように、多様な印刷不良状態を網羅した多数のデータを集めて作られている。

以降では、予測モデルの作成に関する具体的な取り組み内容を紹介する。

入力データ

機械学習を効果的に機能させるためには、印刷設定値の予測に用いる決定因子を適切に見つけ、その決定因子を入力データとして与える必要がある。そこで、相関分析によって、印刷設定値と相関の高い情報を探し、その中から(1)媒体情報、(2)印刷不良画像の特徴量、(3)印刷不良時の印刷設定値、の3つを入力データとして採用することとした。以下では、これら3つの入力データをどのように選定したかを述べる。

(1) 媒体情報

特殊媒体は図2にある種類に分類することができる。個々の媒体の情報には、厚みや素材、密度、コーティングの有無などがあり、どの情報を入力データとして採用するかにあたっては、それぞれの種類の中から特殊媒体を多数入手して実際に印刷・分析し、印刷設定値と相関の高い媒体情報を採用することとした。

しかし、特殊媒体には多種多様なものが数多く存在し、全ての媒体を対象にすることが困難である。そこで、媒

体の種類を限定することにした。そのために、まず、OKIの技術者が実際にどのような種類の特殊媒体調整依頼を受けているかを調査し、要求の高いものの中で多様な媒体を選定することとした。

調整依頼を受けている媒体の調査結果を図2に示す。

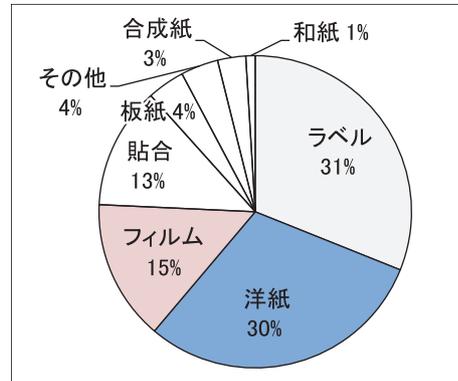


図2 依頼を受ける印刷媒体の種類の内訳

図2の結果から、ラベルと洋紙に分類される特殊媒体を選定して多数入手し、印刷・分析した。その結果、媒体情報の中で、印刷設定値と相関係数の大きい因子は、媒体の厚さ、素材などであることが判明し、それらを入力データとした。

(2) 印刷不良画像の特徴量

電子写真式のプリンターで、従来より印刷品質を調整するために使用している主要な印刷設定値として転写電圧と定着温度がある。これら2つの設定値が印刷対象の特媒体にとって高すぎたり、低すぎたりして、最適化されていない場合には様々な印刷不良が発生する。

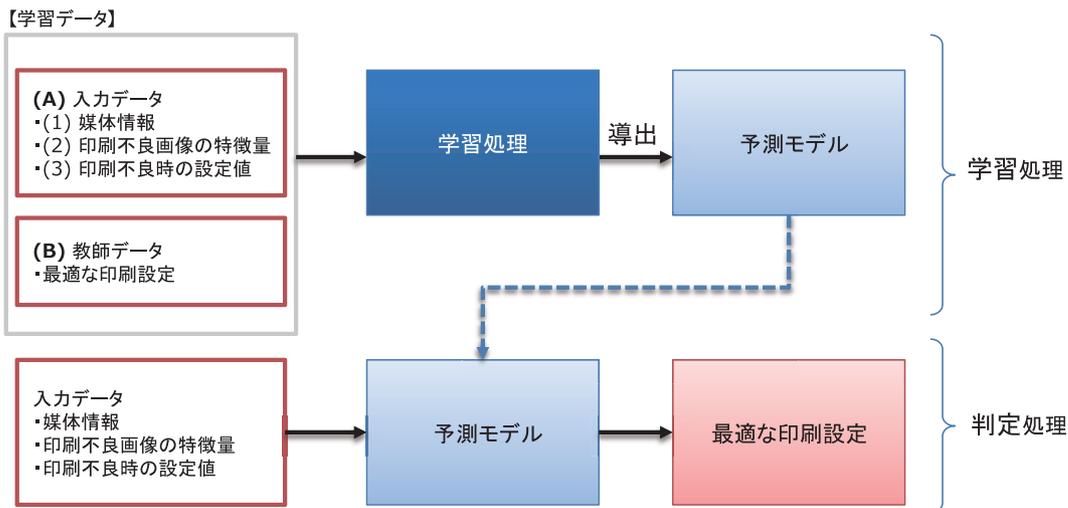


図1 システムの処理フロー

一方、印刷不良は様々な症状として媒体上の印刷画像に現れる。従来より、OKIではこれらの印刷不良の症状を複数に分類し、各症状ごとに印刷不良のレベル付けをしてきた。その不良の中でも印刷設定値(転写電圧と定着温度)と明確な関係があるものとして、表1に示す症状があることが分かっている。そこで、印刷不良画像を画像処理して、症状を抽出・レベル付けし、入力データとした。

表1には、具体的な印刷不良(症状)と、印刷設定値の関係も示している。

表1 印刷不良の症状

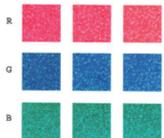
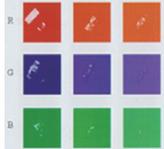
印刷不良の名称	要因と症状
カスレ 	転写電圧が低いためトナーを十分媒体に転写できず、色が薄くなる現象
チリ 	転写電圧が高いためトナーを十分媒体に転写できず、白点になる現象
にじみ 	転写帯電量が不十分で媒体上にトナーを保持できず、所定の位置から周りににじむ現象
定着不良 	定着熱量・圧力が足りないためトナーが十分定着されず、擦ると剥がれる現象
画ズレ 	定着熱量・圧力が足りないため所定の位置からずれたところでトナーが溶け、濃度の薄い部分が発生する現象
斑点 	定着温度が高いためトナーが溶けすぎてしまい、斑点状の模様が発生する現象

表1で示したような症状を抽出・レベル付けする処理を特徴量抽出処理と呼ぶ。画像から人や車を特定するのと異なり、印刷不良の症状は画像全体に現れるため、その特徴を捉える目的に適した特徴量抽出方式を複数選定し、それぞれを比較検証し、最適な特徴量抽出手法を決定した。

(3) 印刷不良時の設定値

前述したように、印刷不良の症状と転写電圧、定着温度の過多・過少には相関関係があるため、印刷不良画像の症状(特徴量)だけでなく、印刷不良発生時の印刷設定値も入力データとした。

学習データ

機械学習で使用する学習データの作成には、まず、前述の(1)媒体情報で選定した媒体それぞれに対して、転写電圧、定着温度を多様に組み合わせ、多様な印刷不良レベルの印刷物を作製する。それぞれの印刷から、下記の①から③の入力データと、④の教師データを取得し、組で構成して学習データを作成することとした。

- ①上記印刷で使用した媒体の情報。
- ②上記印刷物をスキャンして作成した画像から、前述の特徴量抽出処理によって抽出した特徴量データ。
- ③上記印刷時の印刷設定値。
- ④教師データは、上記で印刷した媒体の中で、印刷品質が最も良好であった印刷時の転写電圧、定着温度。

学習データは、多様な印刷不良状態を網羅することが望ましいが、あらゆる症状の学習データを作成するのは困難なため、これまでの特殊媒体調整依頼を調査し、頻度の高い印刷不良症状をターゲットとして絞り、学習データを作成することとした。

調整依頼を受けている印刷不良症状の調査結果を図3に示す。

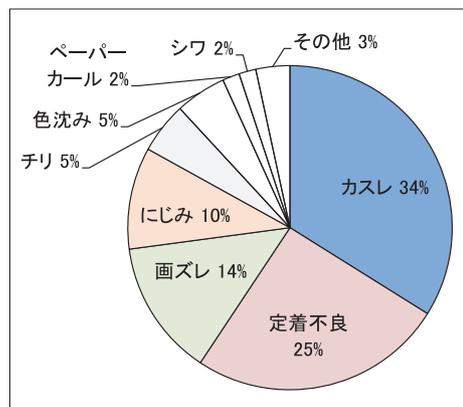


図3 印刷不良の割合

図3の結果より、割合の多い症状であるカスレ、定着不良、画ズレを学習データの対象とした。

現在は選定した特殊媒体と選定した印刷不良症状の入力データ、及び教師データの収集と学習を並行して実施し、予測モデルを作成している。

提供サービス

以上述べた特殊媒体の自動調整をお客様自身で実施できるよう、図4に示すように手順を簡略化したサービスとして提供することを目指している。



図4 調整の手順

【手順】

- ① 媒体情報と不良状態の印刷物のスキャンデータ、印刷設定値をクラウドサービスへアップロード
- ② クラウド上のAIにより最適な印刷設定値を予測
- ③ 求められた印刷設定値をプリンターに設定
- ④ 正常印刷

図4に示すように、お客様からみると、非常に簡単な操作で短時間に印刷不良を解消、改善することができるようになる。

前述の媒体調整依頼は、OKIのプリンターを利用しているお客様が媒体調整をOKIの技術者に依頼する場合であったが、それ以外にも、プリンター販売店様に依頼したり、また、OKIのプリンター購入判断のために、ショールームに特殊媒体を持ち込んで媒体調整と印刷確認を依頼したりするお客様もいる。そのため、本サービスはお客様への提供のみならず、販売店様や、ショールームなどの社内利用も想定している。

本サービスを利用いただくことにより、例えば、プリントショップを営んでいるお客様は、受託した印刷物を指定された特殊媒体に適切な品質でタイムリーに印刷することができ、お客様のビジネスの拡大に貢献できると考えている。

今後の取組み

印刷設定値予測の精度を向上させるには継続的な学

習データ収集がキーになる。このため、お客様が本サービスを利用して見つけた最適な印刷設定値を、予測モデルの学習データとしてフィードバックすることで、予測モデルの精度向上を図る予定である。

さらに、本サービスを利用してお客様が見つけた最適な印刷設定値をデータベース化し、登録済みの特殊媒体に対しては、より簡単な検索によって最適な印刷設定を取得できるようにサービス化する計画である。

ここで紹介した取組みは印刷不良改善に対するAI技術の応用であるが、AI技術はOKIのプリンタビジネスの様々な領域に応用できると考えている。今後もお客様のビジネスの拡大やコスト削減、生産性向上などに貢献できるように一層取り組んでゆく。◆◆

● 筆者紹介

及川真史: Masashi Oikawa. 株式会社沖データ SW技術本部 サービス基盤センター

金井邦夫: Kunio Kanai. 株式会社沖データ SW技術本部 サービス基盤センター

嶋田徹一: Tetsuichi Shimada. 株式会社沖データ SW技術本部 サービス基盤センター

TiPO 【基本用語解説】

機械学習

人口知能の研究分野の一つで、データの中から規則性、判断基準を導き出すことで、人間が経験から学習するプロセスをコンピューター上で実現し、過去の分析と将来の予測を行う技術。

転写電圧

電子写真式のプリンターにおいて、LEDやレーザー光源で感光ドラム上に形成された静電潜像に付着したトナーを紙に転写させる際に印加する電圧。

定着温度

前記、紙に転写されたトナーで形成された像を紙に熱定着させる際の温度。