

新聞輪転機 自動運転機能“Auto-Pilot Printing (APP)”の開発

Development of “Auto-Pilot Printing (APP)” for Newspaper Offset Presses



三菱重工機械システム株式会社
印刷紙工機械事業本部
営業部

三菱重工機械システム株式会社(以下、当社)は、新聞輪転機(以下、輪転機)における自動運転機能“Auto-Pilot Printing”を株式会社読売新聞東京本社(以下、読売新聞)と共同開発した。本機能は、読売新聞鶴見工場での実機検証を経て既に運用されており、オペレータの経験や技術(スキル)に頼っていた輪転機の起動時における紙の張り調整や各種設定を、AIを活用して自動で行えるようにしたほか、輪転機起動前の初期設定から輪転機停止までの運転を自動で行うことができ、災害発生や感染症拡大等の有事には、一時的に限られた人数のオペレータにて輪転機の運転も可能となる。なお、共同開発先の読売新聞は、本機能に関して一般社団法人日本新聞協会の“2022年度新聞技術賞”を受賞されている。

1. はじめに

輪転機の自動化は進んでいるものの、輪転機起動時や新聞紙面の最終確認等では依然として人手による操作が必要とされている。短時間で立ち上げて高品質な新聞が印刷できるかはオペレータの経験や技術(スキル)にかかっているといても過言ではない。しかしながら、熟練オペレータの退職等により、オペレータの人手不足、運転技術の習得や伝承が大きな課題になりつつある。さらに、昨今のコロナ禍、災害発生等の有事において、オペレータが一時的に減った場合でも、通常通り、新聞を印刷する必要があり、これらの問題解決のために、AIを活用した自動運転機能“Auto-Pilot Printing(以下、APP)”を開発した。APPは、現時点では、トラブル対応のための人員が必要なため、機付け人員の省人化までには至っていないが、複数セットを稼働している工場では将来的な総人員削減に繋がる技術としても期待が持てるものである。本報では、APPの開発方針、システム概要、キーテクノロジー、今後の展開について説明する。

2. 開発方針

開発方針として、熟練オペレータによって調整された良紙紙面に近い品質の新聞を、操作レスで印刷することを目標に取り組んだ。従来のオペレータ操作においては、輪転機起動時には、テンション(紙の張力)調整を実施し、検紙速度(一般的には6万部/時(紙速度 4.6m/s))まで加速させて見当調整、色調調整、断裁位置調整等の操作を繰り返す良紙判定作業、良紙紙面にした後、巡航運転速度(一般的には、12~13万部/時(紙速度 9.1~9.9m/s))まで加速し、巡航運転速度に到達して以降は、大きな調整操作は不要であり微調整操作のみを行っている。従って、輪転機起動~巡航運転速度到達までを操作レスとするべく、各種初期設定値の高精度化((1)AIプリセット機能)、(2)輪転機起動時のテンションコントロール機能(紙の張力制御)の高度化、及び、(3)自動良紙判定機能の開発に注力して取り組んだ。これらの技術により、[図1](#)の通り、従来、手動、又は、半自動で行っていた作業を自動化し、オペレータ操作であった“起動操作”“刷出し作業”“良紙判定”“巡航運転速度への加速”“運転調整”を、全て自動化することができた。

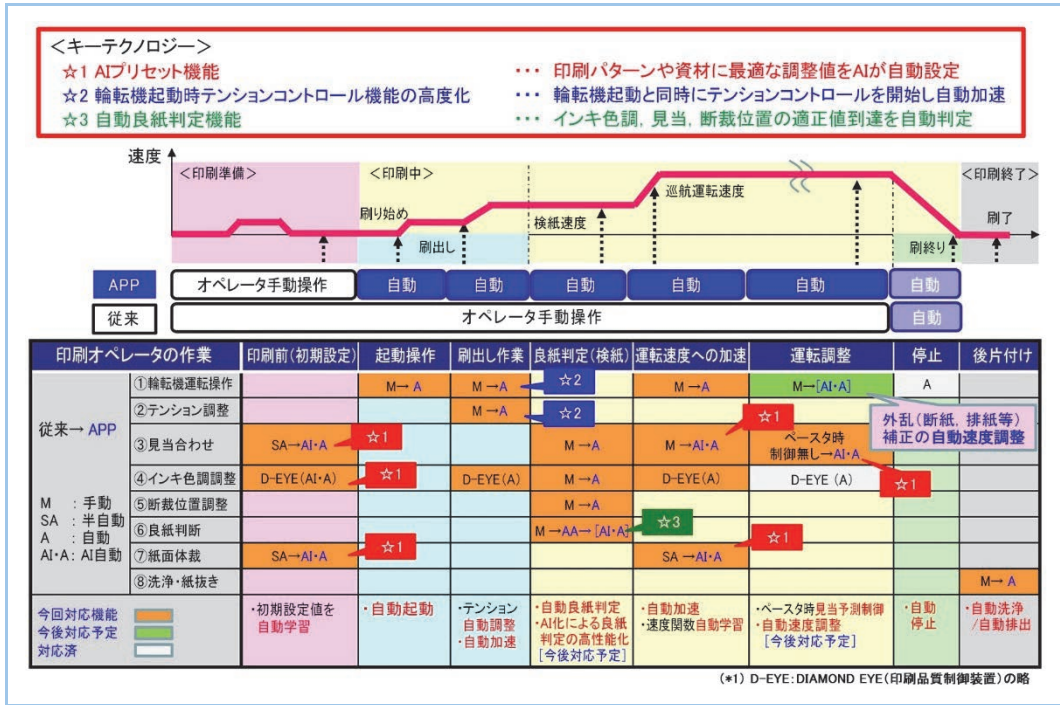


図1 APPの概要

3. システム概要

図2は、輪転機の一般的な構成を示す。大別すると、給紙部、印刷部、ウェブパス部、折部にて構成されており、給紙部に装着された巻取り紙が巻きほぐされながら印刷部で印刷され、ウェブパス部を経由し折部にて、新聞の体裁に断裁し折りたたまれる。連結される印刷部が多くなると多頁の新聞を製作することができ、ウェブパス部の紙通しルートを変更することにより、カラー面(頁)の位置を変更することもできる。図3は、輪転機の制御系の構成を示す。通常、輪転機全体の状態監視、各種初期設定(プリセット)を行う輪転機コントロールシステム CCS-PC (Computerized Control System by Personal Computer) ^(※1)と輪転機全体の制御を行う PLC (Programmable Logic Controller) 制御システムで構成されている。2章で記載した APP のベースとなるキーテクノロジーである、(1)AI プリセット機能は、CCS-PC にて各種輪転機データを収集し学習、管理して実現し、(2)輪転機起動時テンションコントロール機能、及び、(3)自動良紙判定機能は、PLC 制御システムで実現している。以降、上記3つのキーテクノロジーについて説明する。

^(※1) 特別仕様により、CCS-PC の機能を PLC 側に埋め込み PC レスで行う場合もある。その場合には、AI プリセット機能専用の PC (運転支援 PC) を準備し、PLC 制御システムに接続される。

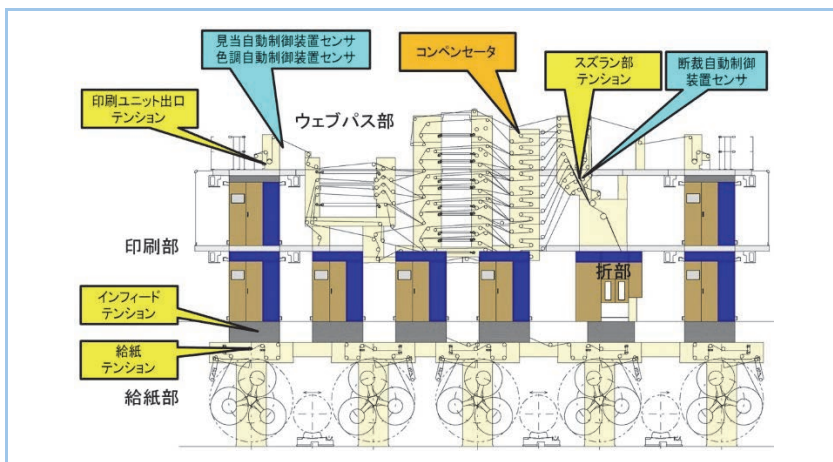


図2 新聞輪転機

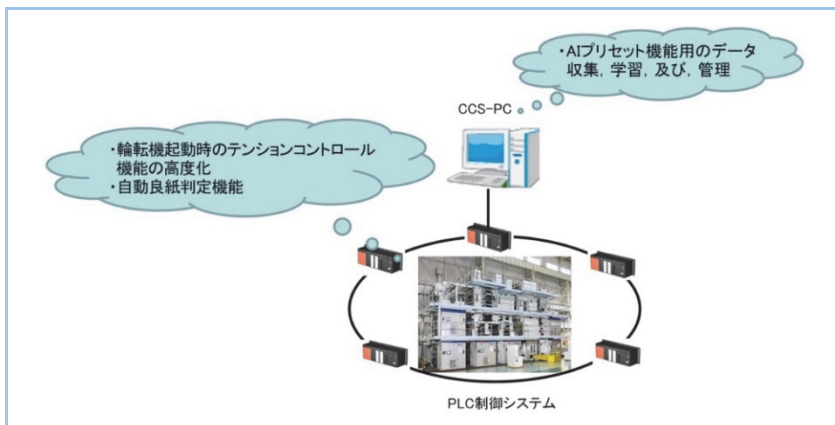


図3 制御システム概要

4. APP のキーテクノロジー

4.1 AI プリセット機能

従来は、オペレータが調整した調整値を取り込み、次回の印刷準備時に初期設定したり、速度関数^(*)を設定したりしていたが、消耗品の使用状態や資材が変わる輪転機では、前回の調整値が適正でない場合があり、オペレータの経験や技術(スキル)に頼り都度調整していた。今回の開発においては蓄積したデータを統計分析(一元配置分析)したところ、巻取り紙の製造メーカ、紙種、巻幅、印刷パターンによって分類できる傾向が見られた。これらの分類ごとに機械学習する専用 AI エンジン構築し、CCS-PC に反映した。また、この専用 AI エンジンは、下記改善を行い、分類毎に高精度な初期設定値、速度関数を生成することができ、輪転機起動時、加速時だけでなく減速時の操作レス化にも繋がった。

- ①初期設定される対象に影響を与える消耗品の劣化状況を考慮し、その消耗品の使用日数に応じて学習するようにした。
- ②初期設定値の学習においては、学習する際に、異常データ(元の学習値より大きく外れたサンプル値など)は取り込まない。
- ③速度関数の学習においては、元の関数から大きく異なるサンプル値などは取り込まないように制限をかけることで、速度関数の精度も向上した。

図4に紙面天地(上下)方向の見当の初期設定値の学習データの一例を図示する。このように消耗品の使用日数に応じて初期設定値は徐々に変化しているとともに、消耗品を交換すると初期値に戻っていることがわかる。このように消耗品の使用日数を考慮することで、初期設定値の精度が大きく改善された。

^(*) 輪転機の運転速度に応じて、各種設定値を調整する必要があり、その運転速度毎の調整量を予め関数として設定しておき、設定運転速度に到達するとその運転速度に対する調整量分移動する予測制御機能である。

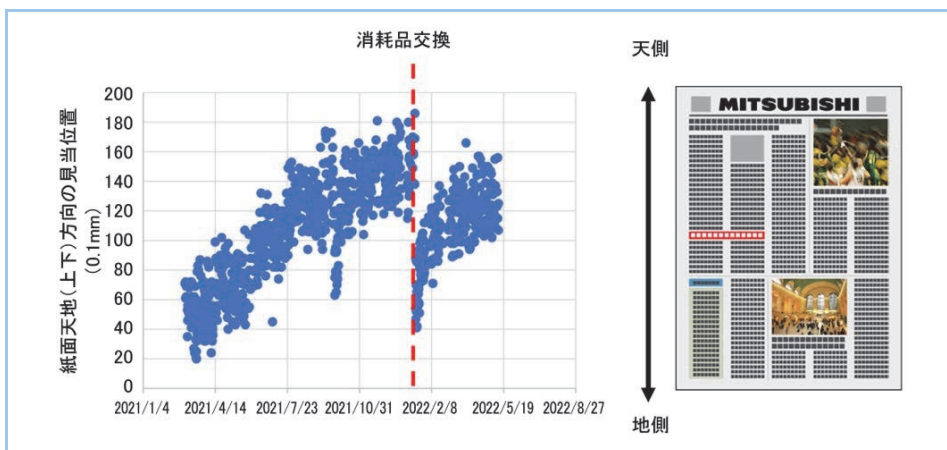


図4 AI プリセット値の学習データ

4.2 輪転機起動時テンションコントロール機能の高度化

これまでオペレータがテンションをモニターで確認し、紙張り状況を予測して、オペレータの判断により加速していたが、APP では、輪転機起動時からテンションコントロールを開始するようにした。テンションコントロールでは、最上流の給紙部から最下流の折部入口まで、順次、紙の張力を一定以上にさせるようにした。しかしながら、インフィードテンションコントロールを行っても、紙通しルートによってはスズラン部(折部挿入前部)のテンションが閾値を超えず、いつまで待っても自動加速できない場合があった。その場合には、該当ルート上にあるコンペンセータ(断裁位置調整ローラ)を一時的に紙張り方向に移動させることで、該当のスズラン部(折部挿入前部)のテンションも閾値を超えることができ、自動加速できるようにした。

4.3 自動良紙判定機能

これまでオペレータの目で検紙して判断していた良紙判定を、断裁、見当、色調の自動制御装置からの修正信号をもとに、良紙判定を行うようにした。具体的には、見当、色調の各自動制御装置のセンサは、印刷ユニット部出口に、断裁自動制御装置のセンサは、スズラン部(折部挿入前部)に設置されている。前述の各自動制御装置からの修正信号を受信しなくなり、前述のセンサ位置で良紙状態となった紙面が、折機出口まで排出されるのを待って、システム全体として良紙と判定するようにした。今後は、修正信号で判断するのではなく、自動制御装置で判定した良紙信号を受信し判断するとともに、印刷パターンに応じて、より高精度な良紙判定ができるよう改善予定である。

5. 今後の展開

現在、更なる自動化、省力化を目指して、下記速度自動調整機能について取組み中である。

<速度自動調整機能>

新聞印刷では、必要部数と印刷終了時刻が設定されており、適切な運転速度で、印刷終了時刻までに必要部数を印刷しなければならない。しかしながら、印刷運転中の不良紙面検知による大量排紙や印刷運転中の断紙(紙切れ)による停止等のトラブルがあった場合には、直前の設定巡行運転速度では、印刷終了時刻までに印刷終了できないケースもあり、オペレータが運転速度調整を行っている。本機能は、上記のケースにおいて、印刷終了時刻までに確実に印刷終了できるように、自動で運転速度調整をする機能である。複数セットがある工場では、他セットのトラブル状況も考慮し、運転速度を自動調整できるようにする。

今後は、上記機能を完成させるとともに、お客様からの改善要望を取り入れ、常に機能改善を行っていく。APP は、新台輪転機だけでなく、既設輪転機に対しても追加可能であり、熟練オペレータが少なくなりつつある既設工場のニーズにも対応できる機能となっている。APP を通して、これからも幅広いお客様の輪転機安定稼働に貢献していきたい。