

データサイエンス技術を用いた予兆保全の実現

Worldwide MFP Predictive Maintenance

東 立*	酒 向 峰 行**	板 垣 整 子***	坂 本 和 洋****
Ryu HIGASHI	Mineyuki SAKO	Seiko ITAGAKI	Kazuhiro SAKAMOTO
横 堀 潤***	吉 田 英 一****	河 野 好 博****	
Jun YOKOBORI	Eiichi YOSHIDA	Yoshihiro KAWANO	

要旨

昨今、データを活用する技術の進歩が目覚ましく活用範囲も広がっている。そのような中、コニカミノルタが予兆保全に取り組む背景として業界全体の収益構造が変化するにつれて製品の使われ方も多様化してきており、顧客満足と同時にコストダウンを実現するサービスが求められていることがある。

コニカミノルタでは、顧客の使用状況に応じて部品の寿命を予測することで顧客が不具合に遭遇しないサービスを実現し顧客の生産性をアップすること、またワールドワイドで均質なサービスを提供しサービスコストを削減することでサービス活動プロセスを変革することを目的に予兆保全に取り組んだ。

予兆保全を実現する環境としては、お客様に合意頂いた上で、分析に必要な装置データをワールドワイドで約100万台の複合機(MFP)から毎日もしくは毎週データを取得する仕組みと、ワールドワイドで時差を利用した24時間稼働可能な分析基盤がある。

予測は、カスタマーエンジニア(CE)が実施しているサービス活動の現状を踏まえて1ヶ月先を予測する枠組みを設定した。モデルの開発ではデータサイエンスの手法だけでなく製品開発者の知見をもとに特徴量を作成し、更に必要なデータを取得する技術の開発を並行して行った。またサービス部門と協力することで実際にCEが使って効果のモデル開発に向けて方向性を明確化した。

実際に、開発したモデルに従ってサービス活動を行った効果として、従来は時間経過にともない増加していたクレームが約30%減少したこと、部品の稼働実績が約10%延長したことがあげられる。

今後はリモートサービスの拡張やCEの行動を最適化することによるサービス活動の変革と、故障診断など施策に取り組みたい。

Abstract

Technologies utilizing big data have made remarkable progress of late and in various fields. Such a field is predictive maintenance (PdM). Predictive maintenance aims to monitor the condition of in-service equipment so as to predict the point at which maintenance should be performed. Unlike preventive maintenance, which is time-based or based on routine, predictive maintenance is based on equipment's actual condition, rather than on average or projected life.

Of late, the profit structure of the entire business machine industry has diversified, with the usage of products diversifying accordingly. With these diversifications, services realizing greater customer satisfaction and cost reduction have led Konica Minolta to embrace predictive maintenance.

Konica Minolta has implemented predictive maintenance worldwide to serve customers by predicting the lifetimes of individual MFPs (multifunction peripherals) on the basis of actual customer usage. This expansive system conducts a daily or weekly collection of data for analysis from some one million MFPs worldwide during local business hours.

The system's framework inputs the service activity of customer engineers to project service needs one month in advance. Feature values are produced not only via data science, but also by exploiting the knowledge of product development engineers. By applying essential data acquisition techniques, and in cooperation with Konica Minolta's service division, the system has been tuned for efficient use by our customer engineers. In actual application, service activities conducted in accordance with our system resulted in once-increasing failure reports being decreased by 30% and the operational time of components increased by 10%.

Building upon our success, we next aim to transform service activities by expanding remote services, optimizing customer engineers' activities, and bolstering failure diagnosis.

*IoTサービスPF開発統括部 データサイエンス技術部

**情報機器開発本部 IJ画像技術開発センター

***情報機器開発本部 EP画像技術開発センター 第1プロセス開発部

****情報機器開発本部 EP画像技術開発センター 第2プロセス開発部

*****情報機器開発本部 システム制御開発センター 第1システム制御開発部

*****情報機器開発本部 システムプラットフォーム開発センター 第1プラットフォーム開発部

*****情報機器カスタマーサポート統括部 サービスイノベーション推進室

1 背景

昨今、データを活用する技術の進歩が目覚ましく活用範囲も広がっている。そのような中、コニカミノルタが予兆保全に取り組む背景として業界全体の収益構造が変化するにつれて製品の使われ方も多様化してきており、顧客満足と同時にコストダウンを実現するサービスが求められていることがある。

また、既にMFPからカウンターデータやセンサーデータを取得し蓄積する技術はあったが、当初はMFPの稼働実績を把握するのが目的でありアナリティクスに活用しきれていなかった。

2 目的

顧客の使用状況に応じて部品の寿命を予測することで、顧客が不具合に遭遇しないサービスを実現し顧客の生産性をアップすることを目的にした。

また、ワールドワイドで均質なサービスを提供しサービスコストを削減することで、サービス活動プロセスを変革することを目的にした。

3 環境

3.1 グローバルでデータを取得する環境

顧客の合意を得た上で、分析に必要な装置データをワールドワイドで約100万台のMFPから毎日もしくは毎週データを取得していた。

3.2 Cyber Physical Systemを意識した環境

PhysicalのデータをCyberで分析してPhysicalを最適化するCyber Physical Systemを意識したシステムを構築した。特に分析をCyberで終わらせずにPhysicalに影響を与えるところまで取り組んだ (Fig. 1)。



Fig. 1 Cyber-physical system.

3.3 時差を利用した環境

時差を利用して4エリアで24時間稼働可能な分析基盤を構築した。各エリアの仮想環境を構築しデータを集約して適切なリソースの割り当てを行った。

4 データ分析の流れ

4.1 部品交換の現状を調査

部品交換の分布は、部品が標準交換目安に達した時点の定期交換とクレームによる交換の二峰性であった (Fig. 2)。実際の部品寿命をクレームによる交換とすると Fig. 2 から定期交換時ではまだ使える部品を多く交換していることがわかる。部品交換を顧客の使用状況に合わせることで、メンテナンス回数を減らしMFPの稼働時間を向上させることを検討した。

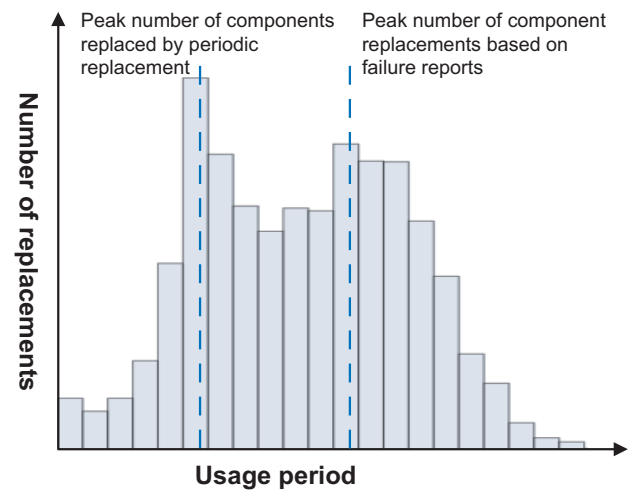


Fig. 2 Conventional components replacement.

The peak number of components replaced periodically is followed by the peak of the number of components replaced based on failure reports. Components replaced periodically remain operable at the time of replacement, with failure reports substantiating the actual lifetime of the components.

4.2 予測の枠組み

予測の運用はCEが実施しているサービス活動の現状を踏まえ直近6ヶ月のデータをインプットして、1ヶ月先を予測する枠組み (フレームワーク) を設定した (Table 1, Fig. 3)。

Table 1 Analytic framework items.

Items	Details
Prediction rate	Rate at which components reach end-of-life
Target prediction horizon	One month
Data mining period	Six months
Prediction frequency	Weekly



Fig. 3 Analytics framework.

4.3 様々なセンサーを用いて精度を向上

Fig. 4 は、横軸はモデルが予測すべき対象をどの程度網羅しているかを示す捕捉率 (Recall) で縦軸が的中率 (Precision) である。一番下の赤い線は、従来のカウンターデータ (印刷枚数など) だけを用いたモデルで Precision が低いが、様々なセンサーの値を用いることにより他の曲線のように Precision を大幅に改善することができた。

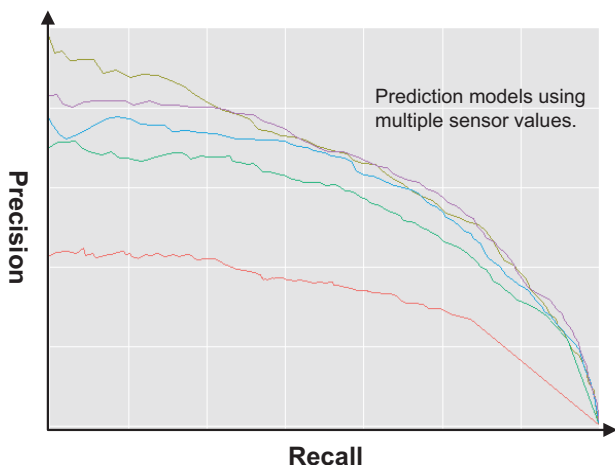


Fig. 4 Precision/recall curve of prediction model.

The horizontal axis represents recall (the proportion of components predicted to be operable to components actually operable). The vertical axis represents precision (an index of how many actually operable components are predicted by our model to be operable). We improved the precision of the model remarkably by embedding the values of multiple MFP sensors into the prediction model.

4.4 経済効果のシミュレーション

Fig. 5 は横軸が予測結果のスコア値で縦軸がそのスコア値で運用したときのサービスコストである。どのスコア値を採用するかは経済効果をシミュレーションして決めた。

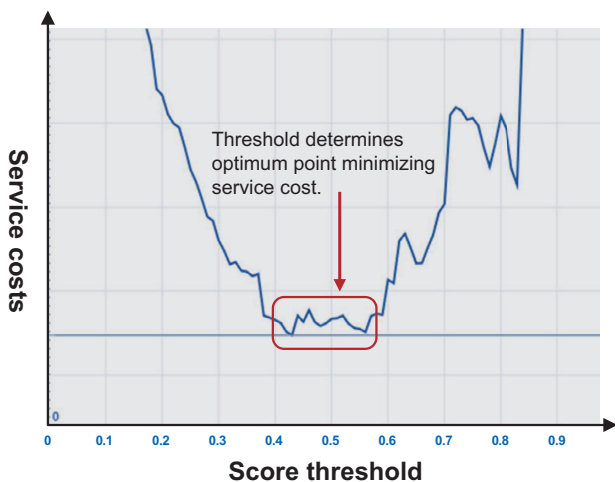


Fig. 5 Simulated Economic Effect.

The horizontal axis represents the threshold of a prediction score used to determine when to perform service. The vertical axis represents the service cost when service is performed according to the threshold.

4.5 モデル適用による顧客クレームの削減

予測モデルに従ってサービス活動を行った効果として、従来は時間がたつにつれクレームが増加 (部品が故障) していたが、その上昇を抑えることができ結果的にクレームが約30%減少した (Fig. 6)。

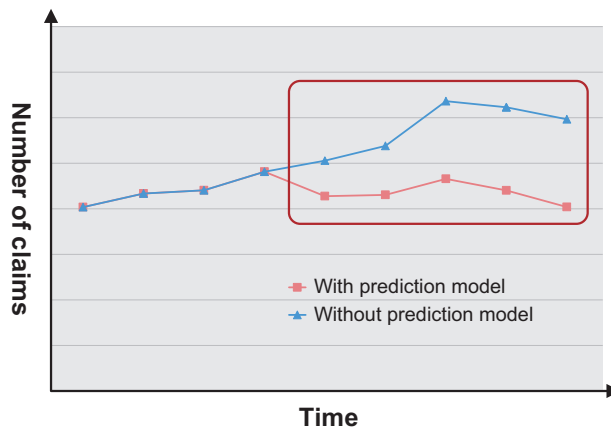


Fig. 6 Failure reports over time.

Failure reports were reduced by 30% by performing service activity according to the prediction model.

4.6 モデル適用による部品寿命の向上

Fig. 7 は横軸が印刷枚数で、縦軸が部品の生存率である。部品稼働時間を約10%延長することができた。

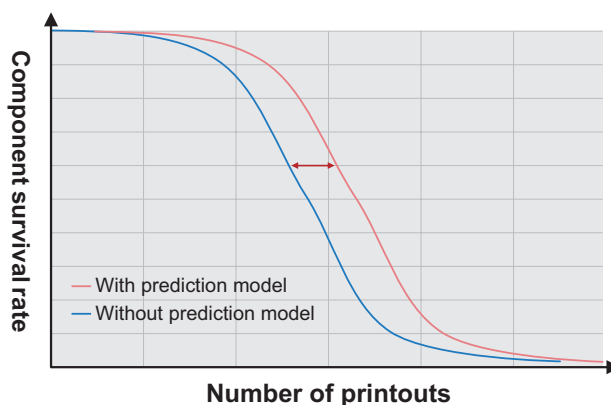


Fig. 7 Survival rate curves of MFP components.

The horizontal axis represents number of MFP prints, and the vertical axis represents the survival rate of components. By performing service activity according to the prediction model, the survival rate of components is higher for the same number of prints.

5 活動を通して得られたこと

5.1 自分たちにあった分析のプロセス

Fig. 8 の青い部分は一般的なデータ分析のプロセス (CRISP-DM) である。赤い部分は独自に追加したプロセスである。私たちは製造業であるためデータを取得する技術の開発が可能であった。良いモデルを作るには良いデータが必要である。このプロセスを回す場合でもチェックポイントを設け、更に各プロセスの責任部署をきめてアウトプットを明確にした。

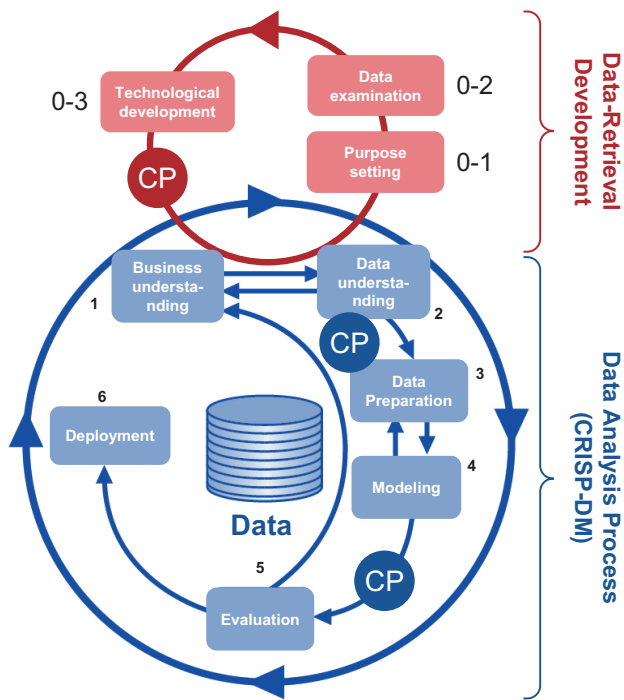


Fig. 8 Data retrieval development and data analysis process.
 In this analysis, it was necessary to perform CRISP-DM (cross-industry standard process for data mining), a common process of data analysis, but with our own data acquisition techniques added.

5.2 製品開発部門とサービス部門の知識が必要

予兆保全の開発を進める中でいくつかの課題に直面した。データサイエンティストだけでは、データの背景にある物理現象が理解できていないため変数の選択がうまくいかないことがあった。そこで製品開発部門が入ることでデータの意味が理解でき、さらに新しい変数を合成することができた。

また、製品開発部門だけで取り組むと技術的な興味が優先してビジネス的な考慮が不足することがあったが、サービス部門が入ることで目標を明確化した。

6 まとめ

今後はリモートサービスの拡張や故障診断を行いCEの行動を最適化することに取り組みたい。

また、不具合に遭遇しないサービスを提供することで、顧客の事業機会獲得に貢献したい。