

状態監視で付加価値を提供する UV 照射装置モニタリングシステム

Monitoring System to Accurately Identify UV Irradiation Equipment Conditions at All Times

伊東 慧 ITO Kei

近年、ウイルス・細菌の除去や、製造工程の樹脂硬化などの目的で、紫外線（UV）照射装置の需要が高まっている。一方、社会全体の労働力不足の影響で、UV 照射装置の利用現場でもメンテナンスの人材が不足している。

東芝ライテック（株）は、UV 照射装置に外付けして、装置が持つ各種センサーのデータを基に、常時、状態監視するUV 照射装置モニタリングシステムを開発した。突発的な異常や、緩やかな性能劣化を検知することで、メンテナンス業務を支援する。今後は予知保全などの機能を拡張し、照明メーカーとしての長年のノウハウを生かした付加価値を提供していく。

Ultraviolet (UV) irradiation equipment is increasingly being used in various applications such as eliminating viruses and bacteria, curing resin in the manufacturing process, etc. On the other hand, a lack of experienced personnel to maintain such equipment on-site poses major challenges due to critical labor shortages in Japan.

Toshiba Lighting & Technology Corporation has developed a compact monitoring system for UV irradiation equipment which can be externally attached to and accurately identify the conditions of existing UV irradiation equipment at all times based on existing equipment sensors to address unexpected situations and gradual performance degradations. We are aiming to expand functionality, including predictive maintenance, and to offer value-added services by using our wealth of experience as a lighting company.

1. まえがき

UV 照射装置は、印刷用インキや樹脂の硬化、食品・医療機器の除菌、半導体製造工程用の露光など、幅広い産業分野で活用されている。食品業界で化学薬品を使用しない安全な除菌手法として注目されているほか、新型コロナウイルス流行下での空間除菌・表面除菌への応用拡大や、ウイルス・菌の不活化効果が高いUV-C LED（発光ダイオード）技術の進歩により、市場規模は年々増大している。

一方、UV 照射装置の利用現場では、少子高齢化による人材不足の軽減や、環境負荷の低減といった現代の課題に対応する必要がある、UV 照射装置にも機能仕様以上の更なる付加価値の提供が求められている。特に、メンテナンス人材の不足は深刻であり、熟練技術者に依存した従来の保全手法から、データを活用した予知保全への転換が喫緊の課題である。

そこで東芝ライテック（株）は、UV 照射装置のセンサーのデータを活用して状態監視するUV 照射装置モニタリングシステムを開発した。UV 照射装置モニタリングシステムは、装置に搭載されたUV センサーをはじめとする各種センサーのデータを24時間365日連続監視し、運転者やサービス部門が異常を早期発見できるようにすることを目的としている。従来の定期点検では発見困難な緩やかな性能劣化や、

突発的な異常状態を即座に検出して対応を促すことで、製造ラインなどの品質トラブルや、予期しない停止を減らすことができる。また、性能が劣化したUV 照射装置を使い続けることによるエネルギー効率の低下を防ぎ、環境負荷の低減にも寄与できる。

ここでは、メンテナンス業務を支援するUV 照射装置モニタリングシステムの概要について述べる。

2. UV照射装置モニタリングシステムの概要

2.1 ハードウェア構成

図1に、ハードウェア構成を示す。ハードウェアは、センシングデバイス、データ収集デバイス、処理デバイス、クライアントデバイスの四つのブロックに分けられる。

センシングデバイスは、UVセンサーや温度センサーなど、実際に物理量を測定するデバイスである。センシングデバイスが対応する通信プロトコルや使用するインターフェースは多岐にわたるため、この通信をデータ収集デバイスが中継することで、処理デバイスの限られたインターフェースで多様なデータを収集できる。

データ収集デバイスは、インターフェースを変換する機器や、AD（アナログデジタル）変換器・DA（デジタルアナログ）変換器のほか、既存の装置に付属のPLC（Programmable Logic Controller）などを、そのまま活用することも

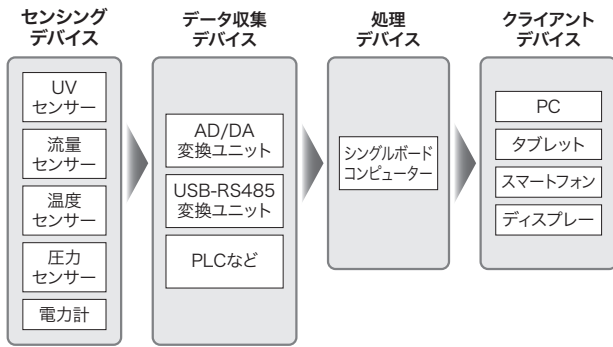


図1. ハードウェア構成

ハードウェアは四つのブロックに分かれている。

Monitoring system hardware configuration

できる。

処理デバイスは、シングルボードコンピューターを採用した。これは、このハードウェア構成の中で、最大の特長である。シングルボードコンピューターは、一つの基板に、CPUをはじめとしたチップセットや、USB (Universal Serial Bus)・イーサネット・I/O (Input/Output) といったインターフェースなど、最低限の動作に必要な機能を備えている。機能を限定することで、PLCや産業用コンピューターと比較して、小型・低コスト化を実現した。

クライアントデバイスは、UV照射装置モニタリングシステムのユーザーインターフェースを提供するデバイスであり、ネットワークで接続されたPC (パソコン) や、タブレット、スマートフォンなどの機器が使用できるほか、処理デバイスに直接ディスプレイを接続し、クライアントデバイスとして使用することもできる。

2.2 ソフトウェア構成

ソフトウェア構成を、図2に示す。

このソフトウェアには、将来的な機能拡張に柔軟に対応するために、マイクロサービスアーキテクチャーを採用した。従来は、システム全体を一つのプログラムで構成していた (モノリシックアーキテクチャー) が、マイクロサービスアーキテクチャーは、独立した小さなサービスの集合体としてアプリケーションを構築する。各サービスは特定の機能に特化したスタンドアローンのアプリケーションとして動作し、サービス同士は明確に定義されたAPI (Application Programming Interface) を介して通信する。

各サービスが独立していることによって、機能の修正や追加を行う際に、修正箇所以外の機能に影響を与えにくい。運用開始後にも積極的な機能追加が必要なUV照射装置モニタリングシステムの要件に適したアーキテクチャーである。

このソフトウェアは、バックエンドサービス、データ収集サービス、データベースサービス、及びフロントエンドサービスの四つのサービスから構成される。

バックエンドサービスは、核となるソフトウェアである。データの収集周期の管理など、中心的な機能に加え、ネットワークを経由したフロントエンドサービスの配信や、運転者のリクエストに応じた過去データの読み込み、しきい値の変更などの機能を持つ。

データ収集サービスは、バックエンドサービスからのリクエストを受けてデータ収集デバイスを制御し、UVセンサーなどのセンシングデバイスの計測データを取得する役割を担う。更に、取得した計測データを、バックエンドサービスを経由してデータベースサービスに送信し、時系列データとして保存する。

2.3 ソフトウェアの移植性

ソフトウェアの開発では、プラットフォーム間の移植性を高めることを重要視して技術を選定した。シングルボードコ

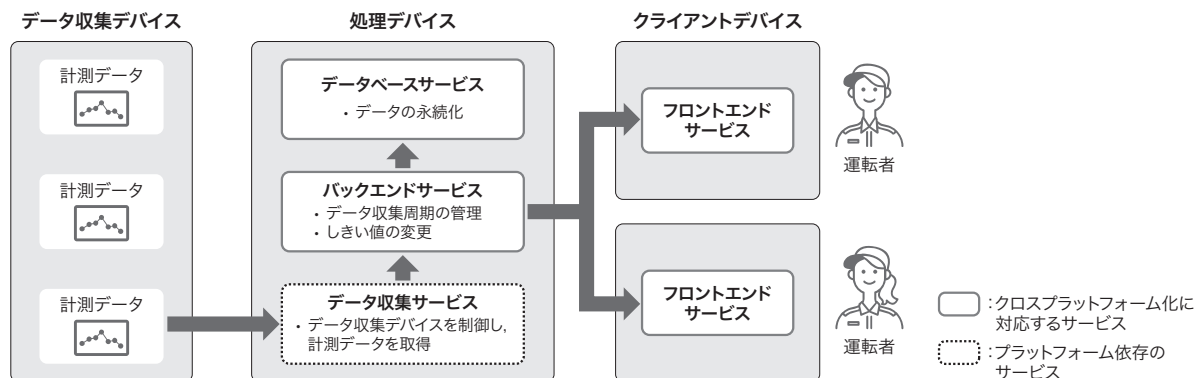


図2. ソフトウェア構成

マイクロサービスアーキテクチャーを適用し、運用開始後にも積極的な機能追加に対応できるようにした。

Monitoring system software configuration

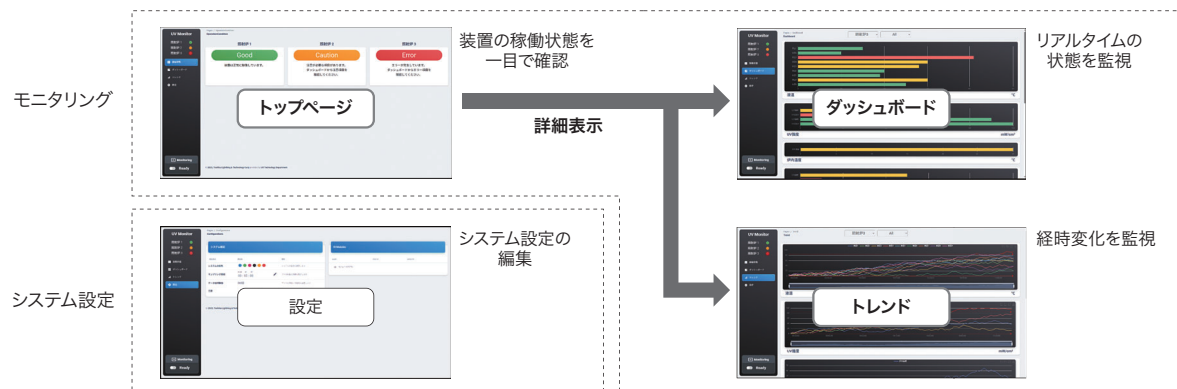


図3. ユーザーインターフェース

運転者は、UV照射装置モニタリングシステムのトップページから必要なデータを選んで、ユーザーインターフェースに詳細表示できる。また、システム設定の編集も可能である。

Monitoring system user interface displays

コンピュータは比較的新しいデバイスであるため、各メーカーの製品ライフサイクルは産業用コンピュータやPLCなどと比較して短い傾向がある。これに対応するため、ソフトウェアが動作するプラットフォームのOS（基本ソフトウェア）やハードウェアなどが異なる場合でも、できるだけ移植性を高く保つように開発した。一方で、UV照射装置モニタリングシステムには、データ収集の際のアナログI/Oモジュールの制御など、プラットフォームに依存する制御が一部に求められるため、完全なクロスプラットフォーム化を実現することは難しい。そこで、ハードウェア依存の機能をデータ収集サービスとして独立させることで、システムの核となるユーザーインターフェースの表示、データの収集周期・しきい値管理、及びデータの永続化などのロジック部分をクロスプラットフォーム化し、プラットフォーム間の移植性を確保した（図2）。

2.4 ユーザーインターフェース

UV照射装置モニタリングシステムのユーザーインターフェースを、図3に示す。

このユーザーインターフェースはWebアプリケーションとして開発しており、運転者はシングルボードコンピュータ、又は同一ネットワーク上のほかの機器に、必要なデータを表示できる。ユーザーインターフェースをWebアプリケーションとして開発することで、移植性向上のほか、ネットワーク経由でシステムのユーザーインターフェースを表示することでUV照射装置の遠隔監視を実現できる。

また、このWebアプリケーションはPWA（Progressive Web Application）に対応しており、Webアプリケーションでありながら一部機能のオフライン動作や、スマートフォン・タブレットへのプッシュ通知などの機能を提供できる。

3. 今後の取り組み

今回開発したUV照射装置モニタリングシステムは、UV照射装置に搭載されたセンサーのデータをリアルタイムに監視し、運転者やサービス部門が異常を早期発見することを目的とした状態監視機能を提供する。

現在のシステム構成は、UV照射装置の状態の可視化とデータの永続化に主眼を置いているが、今後は、収集したデータと照明メーカーとして蓄積したノウハウを効果的に活用し、装置の状態分析から最終的には予知保全まで、機能を拡張していく。

4. あとがき

UV照射装置の利用現場におけるメンテナンス人材不足などに対応するため、UV照射装置（既存の場合も含む）のセンサーの計測データを活用して、状態監視するUV照射装置モニタリングシステムを開発した。

近年のデジタル化による企業変革により、製造業全体に、従来の“モノ売り”から“コト売り”への転換が求められている。UV照射装置モニタリングシステムは、機能仕様にとどまらない新しい付加価値を提供し、コト売りを促進する。

今後は、UV照射装置モニタリングシステムに、統計分析やAIによる予測機能と、照明メーカーとして蓄積したノウハウを融合し、UV照射装置の新たな付加価値を提供していく。



伊東 慧 ITO Kei
東芝ライテック(株)
産業デバイス事業部 技術部
Toshiba Lighting & Technology Corp.