

O&M業務向け監視画面をローコードで容易に開発可能なUIフレームワーク

Low-Code UI Framework to Facilitate Provision of Highly Customizable Monitoring Screens for O&M Solutions

鈴木 悟 SUZUMOTO Satoru 中島 暢康 NAKAJIMA Nobuyasu 池田 和史 IKEDA Kazushi

工場やインフラ設備の運用・メンテナンス(O&M)向け監視システムでは、監視対象の設備や業務が運用中に変更されるため、監視画面のユーザーインターフェース(UI)を変更状況に応じて容易にカスタマイズできることが求められる。

そこで東芝グループは、監視画面で共通に必要なUI部品を備え、ローコードで監視画面を開発できるUIフレームワークを開発した。このUIフレームワークは、分かりやすいユーザー操作や、最小限のプログラミングによる画面のカスタマイズ、Webブラウザ上で動作することなどの特長があり、監視システムの規模拡張が容易なクラウドサービスとして提供することを予定している。

In the field of monitoring systems for the operation and maintenance (O&M) of factories and infrastructure facilities, demand is growing for easy customization of the user interface (UI) of monitoring screens so as to accommodate changes in equipment and monitoring work during operation.

In response to this market demand, the Toshiba Group has developed a UI framework comprising a low-code web application equipped with UI components that are commonly required for monitoring screens. This UI framework incorporates the following features: (1) easy-to-understand operability, (2) easy customization of monitoring screens by means of minimal programming, and (3) high usability due to its ability to run in web browsers. As a result of these features, this UI framework is expected to be applied to cloud services that will allow the scale of monitoring systems to be easily expanded.

1. まえがき

監視システムを用いた工場やインフラ設備の運用・メンテナンス(O&M: Operation and Maintenance)では、デジタル技術を活用した業務効率化や設備の運転最適化などの高度化が求められている⁽¹⁾。O&Mの高度化の第一歩として、設備状態の可視化や監視機能の実現が挙げられるが、これはグラフィカルユーザーインターフェース(GUI)を備えた監視画面によって実現されている。このような監視画面では、監視員が設備の状態を容易に把握し、作業に必要なデータへ簡単にアクセスできることが求められる。また、監視対象となる工場やインフラ設備では、運用中に構成機器の追加・削除・移設が行われることから、その監視システムは、設備状態を管理する機器やサーバーの増強を柔軟に行える必要がある。このような規模の変更が容易に実行できる監視システムを実現する際にクラウドサービスを利用する場合、監視画面は、設備状態を管理する機器やサーバーから分離し、Webアプリケーションとして動作することが望ましい。

東芝グループは、監視員が作業に必要なデータを把握しやすくするために、分かりやすい操作で画面編集が可能な監視画面用UIフレームワークを、Webアプリケーションとし

て開発した。ここでは、O&M業務の高度化に向けたUIフレームワークの課題や、開発したUIフレームワークの構成、特長、及び適用例について述べる。

2. 監視画面用UIフレームワークのWebアプリケーション化の課題

O&M業務の装置・設備の見える化では、監視対象となる装置・設備の全体の状況を把握可能な画面と、問題が発生している設備について詳細な稼働状態を確認できる画面が必要とされる。監視対象となる装置・設備は、工場やインフラ施設によって異なり、装置・設備の追加・削除に伴って監視対象規模の拡大や縮小が起こる。また、監視対象となる装置・設備のデータの可視化は、3章でも述べるが、装置・設備の仕様や特性に合わせた様々な形式のUIによって実現されている。

従来、このような監視システムにおけるUIの変更は、ユーザー側がシステム開発側に依頼することが多かったが、仕様策定からその実装、試験実施、納品という手順を踏む必要があることから、小規模な変更であっても多くの時間を要していた。これに対して、クラウドサービスにおけるUIでは、ユーザーによる画面編集を可能とする機能を持つものも多く、監視画面でも同様な機能が求められるようになってき

ている。しかし、Webアプリケーション開発に関する詳細な知識を持たないユーザーでも、自身で監視画面を編集してUI開発を行えるようにするには、画面編集ツールをローコード²⁾として提供するUIフレームワークが必須となる。3章以降では、上記の課題を解決するUIフレームワークの構成や特長について述べる。

3. UIフレームワークの構成

ユーザーが監視画面を容易な操作でカスタマイズできるようにするため、開発したUIフレームワークは、図1に示すように、レイアウトエディター、UI部品、データストア、データアクセス、イベントハンドラー、及びグラフィック編集ツールにより構成され、Webブラウザ上で実行される。

3.1 レイアウトエディター

レイアウトエディターは、UI部品を配置して監視画面を作成するための機能である。レイアウトエディターは、UI部品を配置するレイアウトエリアと配置可能なUI部品を表示するパレットのほかに、画面全体の設定を行う設定ダイアログや作成した画面を画面定義として保存するなどの処理を呼び出すサイドメニューを持つ。またレイアウトエディターは、画面定義を読み込むことで、作成済みの画面を表示することもできる。

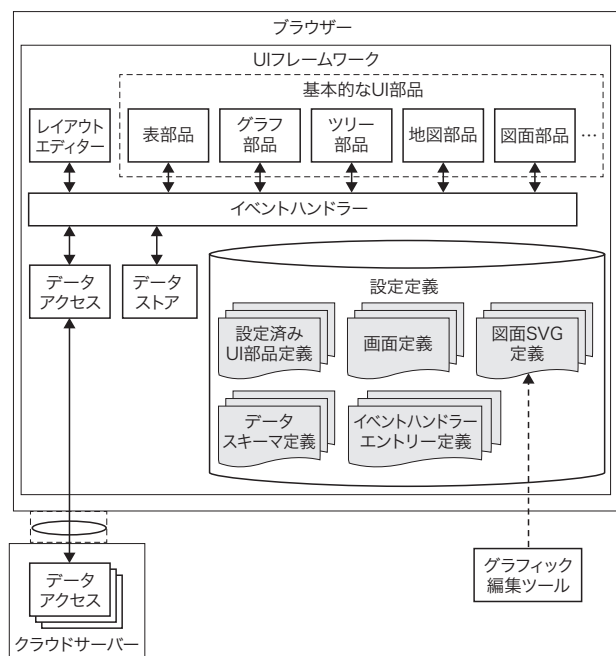


図1. UIフレームワークの概要

UI部品、レイアウトエディター、データアクセスといったフレームワークの構成要素をイベントハンドラーにより連携させることで、開発者は効率的に監視画面を作成できる。

Overview of UI framework

3.2 UI部品

UI部品は、監視画面を構成する要素であり、表やグラフといった基本的なUI部品であるガジェットと、ガジェットを複数組み合わせる構成するグループがある。これらのUI部品は、図2で示すようにパレットからドラッグアンドドロップで、レイアウトエリアに配置される。配置されたUI部品の設定は、レイアウトエディター上で設定ダイアログを呼び出すことで行う。また、設定済みのUI部品を設定済みUI部品定義として保存し、再利用することも可能である。UI部品の詳細については、4.1節で述べる。

3.3 データストア

データストアは、データスキーマ定義に従ったデータ構造を持ったデータの保管場所になる。データストアは、データの変更検知機能を備え、この変更通知からイベントハンドラーの処理を呼び出すことができる。

3.4 データアクセス

データアクセスは、設備の名称や種類といった設備定義情報、センサーの名称や種類といったセンサー定義情報やセンサーから取得された計測値を、クラウドサーバーから取得することに用いられ、HTTP (Hypertext Transfer Protocol) によりブラウザとクラウドサーバー間で通信を行う。データアクセスで取得されたデータは、UI部品によって表示されるほか、データストアに保管しキャッシュとして利用することで、データ取得回数を減らし通信回数を抑えることができる。

3.5 イベントハンドラー

イベントハンドラーは、UI部品やデータストアなどで発生したイベントに応じた処理を実行する。これらの処理は、イベントハンドラーエントリーとして定義し、イベントハンドラー上で処理される。イベントハンドラーエントリーは、UI部品やレイアウトエディターのダイアログで、イベントに対す

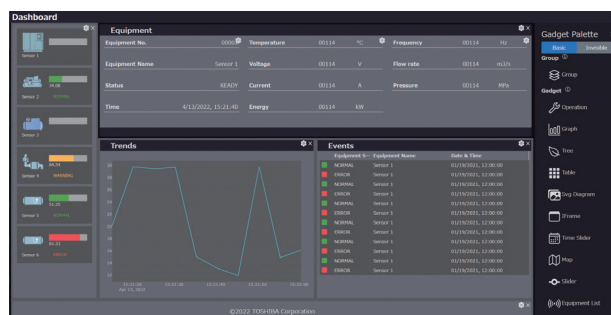


図2. レイアウトエディターを用いたUI部品の配置

右側のガジェットパレットからUI部品をドラッグアンドドロップ操作で配置することで、ユーザーはプログラムを開発することなく監視画面を作成できる。

Arrangement of UI components in layout editor display

る処理内容が記述される。また、UI 部品の表示／非表示や、表・グラフのデータ更新など画面上で汎用的に用いられる処理については、あらかじめ用意された呼び出し規則に沿った記述ができる。イベントハンドラーエントリーには、実行時の事前条件、データの前処理・後処理を記述可能なほか、イベントの送信者が受信者を明示しなくても送信できる pub-sub メッセージングモデルのような処理を実行するように記述できる。イベントハンドラーに用意されたこれらの機能を用いることで、ユーザーは、UI フレームワークを利用した監視画面の振る舞いを、ローコードで開発できる。

3.6 グラフィック編集ツール

グラフィック編集ツールは、設備の図面を定義した SVG (Scalable Vector Graphics) を作成するのに用いられる。作成した図面 SVG 定義は、設備の状態をグラフィカルに表示するための図面部品で表示する。これについては、4.3 節で詳細に説明する。

4. UI フレームワークの特長

4.1 UI 部品

O&M の監視画面で共通的に求められる基本的な UI として、次のものが挙げられる。

- (1) 設備状態のグラフィカルな表示
- (2) 設備状態のグラフによる時系列での可視化
- (3) 設備で発生したアラームの事象や設備に属するセンサー情報などの表形式での一覧表示
- (4) 地図を用いた設備・施設の表示

今回開発した UI フレームワークは、これらの UI を実現するためにガジェットと呼ばれる基本的な UI 部品として、図面部品、グラフ部品、表部品、及び地図部品を提供する。ガジェットの一例を、図3に示す。ガジェットには、ユーザーのニーズに応じて、例えばグラフ部品の縦軸・横軸の名称や範囲など、様々な項目を設定する必要がある。この UI フレームワークを利用するユーザーは、Web アプリケーションプログラミングに関する詳細な知識を持たなくてもよいように、ガジェットに対する設定情報を設定ダイアログと呼ぶ UI に記入することで設定できる。

また、この UI フレームワークを利用した監視画面では、これらのガジェットを組み合わせた部品のグループの作成が可能である。部品のグループは、図面部品の上にグラフ部品や表部品を重畳表示し、設備の状況をより分かりやすく把握するための UI 部品の作成などに利用される。

一度設定したガジェットや部品のグループは、設定済み UI 部品定義として再利用できる。この UI フレームワークを利用した監視画面では、保存した設定済み UI 部品定義を

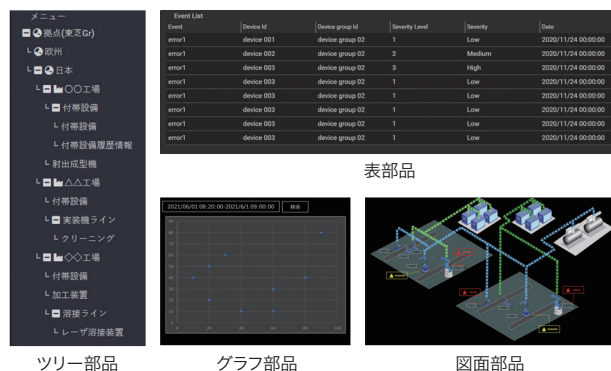


図3. UI 部品の一例

ツリー部品、表部品、グラフ部品や図面部品といった UI 部品を備えている。これらを組み合わせて監視画面を作成することで、設備の状況を分かりやすく可視化できる。

Examples of UI components

ユーザー間で共有でき、多くのユーザーが同時に様々な部品を開発することで、UI 部品の種類を容易に増やすことができる。

4.2 作成した監視画面やUI部品の保存

開発した UI フレームワークでは、作成された監視画面の設定である画面定義や、ユーザーが作成した UI 部品である設定済み UI 部品定義を、Web サービスが利用するストレージに対して保存できる。この UI フレームワークを利用した監視画面では、保存時にユーザー識別情報を付与することで、同一設備であってもユーザーごとに違うレイアウトで表示することや、ユーザーの識別情報に応じて UI 部品の表示内容を変更することができる。ここで、この UI フレームワークでは、保存に関するリファレンス実装を提供し、このリファレンス実装のうち永続化部分を実装することで、様々なクラウドサービスやオンプレミス環境に対応していくことを想定している。

4.3 グラフィック編集ツールとの連携

図面部品で表示される図面 SVG 定義は、グラフィック編集ツールを利用して作成する。図面 SVG 定義で表現された図面には、工場建屋のように表示内容を更新する必要のない背景の下絵と、装置・設備のようにデータに応じた表示内容の動的な更新が、必要な部分がある。図面部品では、この動的な更新が必要な部分を、ステンシルと呼ぶ。

図面部品では、ステンシルに対して埋め込まれたデータを扱うことができる。この機能は、設備の型式や設備に属するセンサーが送信するデータの単位といった、固有情報を含んだステンシル作成に利用される。これらの埋め込まれたデータを用いると、図面部品は、図面 SVG 定義を表示する際にその固有情報を Web サービスから別途取得することな

く、効率的に画面表示を行える。またユーザーは、この仕組みを利用することにより、図面部品上で発生するクリックといったイベントと、そのイベントから呼び出すイベントハンドラーエントリーのマッピングを行うことができる。

ステンシルとデータとの関連付けは、このUIフレームワークと連携する図面を描くための画像描画ソフトウェアに対して、プラグインを開発することで対応した。

5. UIフレームワークの適用

図4は、開発したUIフレームワークを用いて構成される監視画面アプリケーションの一例である。この適用例では、工場内のエネルギー使用状況を可視化しており、グラフや表を用いて作成されている。図4中の各グラフは、このUIフレームワークのグラフ部品を用いており、グラフの種類（折れ線、棒など）の設定や、データソースの指定などを設定ダイアログから実施することで、電気やガスの使用量に関するデータをゲージグラフ、棒グラフ、及び折れ線グラフで表現している。また、気象情報は、表部品を用いており、表部品の設定ダイアログで行・列の数の設定や表タイトルの設定を行える。これらのUI部品は、レイアウトエディター内で自由に移動可能であり、レイアウト設定も簡単な操作で行うことができる。このように、開発したUIフレームワークを用いると、図4のような表、グラフを用いた監視画面の作成は、UI部品の組み合わせによって簡単に行える。

6. あとがき

監視システムの主要な機能である監視画面を、詳細なプログラミング知識を持たないユーザーが、カスタマイズ可能なWebアプリケーションとして開発するためのUIフレームワークについて述べた。開発したUIフレームワークは、ブラウザ上でのエディターにあらかじめ用意されたUI部品を組み合わせることで、監視員のニーズに応じて新たなUI部品

を組み込んだ監視画面を作成できる。

今後は、UI部品の拡充、及びそのバージョン管理機能の追加やUIフレームワークのエコシステム構築を図ることで、監視システムの迅速な構築・提供をより容易に行えるように、このUIフレームワークの機能拡張を図っていく。

文献

- (1) 池田和史, ほか. デジタル化技術による工場・インフラ設備のO&M高度化. 東芝レビュー. 2019, 74, 6, p.50-53. <https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2019/06/74_06pdf/b06.pdf>, (参照 2022-2-28).
- (2) Hammond, J. et al. "The Forrester Wave™: Mobile Low-Code Platforms For Business Developers, Q3 2018". FORRESTER. <<https://www.forrester.com/report/The-Forrester-Wave-Mobile-LowCode-Platforms-For-Business-Developers-Q3-2018/RES142469>>, (accessed 2022-2-28).

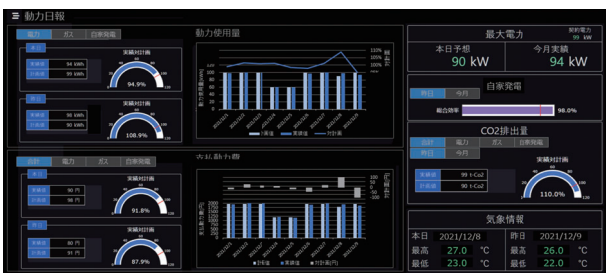


図4. UIフレームワークで設計した監視画面の例

グラフ部品や表部品を利用して、エネルギー使用量などの監視用ダッシュボードを作成できる。

Example of monitoring screen designed using UI framework



鈴木 悟 SUZUMOTO Satoru
技術企画部 ソフトウェア技術センター
ソフトウェアエンジニアリング技術部
Software Engineering Technology Dept.



中島 暢康 NAKAJIMA Nobuyasu
技術企画部 ソフトウェア技術センター
ソフトウェアエンジニアリング技術部
電子情報通信学会会員
Software Engineering Technology Dept.



池田 和史 IKEDA Kazushi
東芝デジタルソリューションズ(株) ICTソリューション事業部
O&M・IoTソリューション&サービス部
Toshiba Digital Solutions Corp.