

グラフィックオペレーションターミナル “GOT2000シリーズ”のビジョンセンサモニタ機能

安藤直哉*
Naoya Ando
板谷洋平*
Yohei Itaya

Vision Sensor Monitor Function of Graphic Operation Terminal "GOT2000 Series"

要 旨

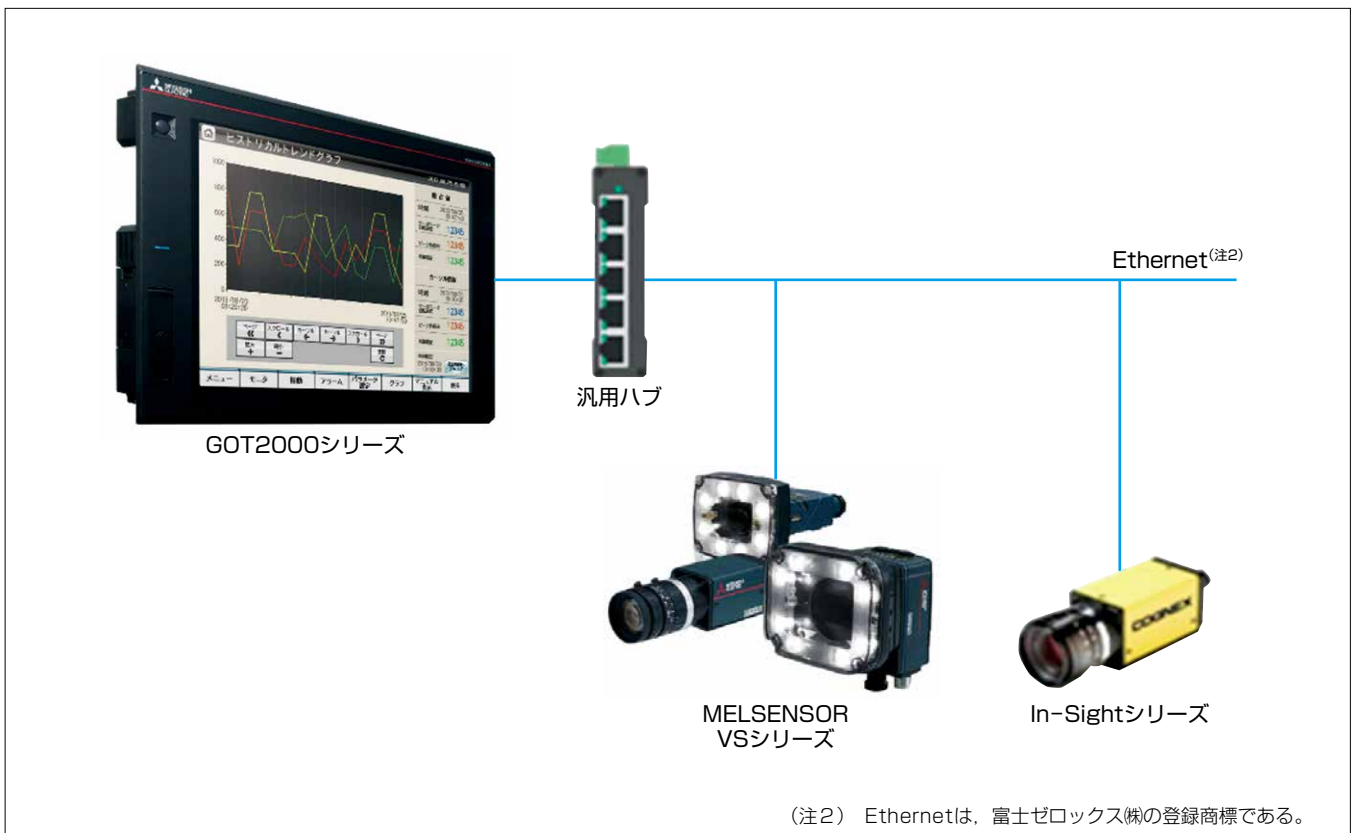
今日の製造業界では、工場の省人化及び製品に対する高品質化への要求に伴ってビジョンシステムの導入が加速している。ビジョンシステムとは、認識した特徴点を対象ワークと比較することで良否や有無を判断するパターンマッチングと呼ばれる技術をベースにした画像処理検査の仕組みである。分野を問わず生産現場の検査工程や計測工程などを自動化するビジョンシステムのニーズは増加傾向にある。これに伴い、ビジョンシステムと、ビジョンシステムを監視・操作するための表示器とを含めたシステム全体を低コスト、省スペースで実現可能な連携機能が求められる。

従来、三菱電機製グラフィックオペレーションター

ミナル“GOT2000シリーズ”と、当社製ビジョンセンサ“MELSENSOR VSシリーズ”，及びCOGNEX社製ビジョンセンサ“In-Sight^(注1)シリーズ”は、表示器とビジョンセンサの間に監視・操作を行うための専用装置を設置することで接続連携が可能であった。しかし、専用装置が必須であることから、システム全体のコストアップや設置スペースの肥大化が課題とされていた。

このような市場動向と課題を鑑みて、今回GOT2000シリーズではビジョンシステム連携をより強化するため“簡単、低コストで直接ビジョンセンサを監視・制御できる”をコンセプトに“ビジョンセンサモニタ機能”を開発した。

(注1) In-Sightは、COGNEX Corp.の登録商標である。



(注2) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。

“GOT2000シリーズ”のビジョンセンサモニタ機能対応のシステム構成

“GOT2000シリーズ”(GT27モデル/GT25モデル)のビジョンセンサモニタ機能は、当社製ビジョンセンサMELSENSOR VS20/V570/V580シリーズ，及びCOGNEX社製ビジョンセンサIn-Sight2000/In-Sight7000/In-Sight8000シリーズをEthernetケーブルで接続するだけで、“GOT2000シリーズ”から簡単にビジョンセンサの監視・操作することを可能にする連携機能である。

1. ま え が き

GOT2000シリーズ(以下“GOT”という。)は、“Easy & Flexible(使いやすく、自由度が高い)”をコンセプトに開発された産業用のタッチパネル付き表示器であり、様々なFA機器と接続でき、装置全体の見える化を行えることから国内外で高い評価を得ている。

従来、当社製ビジョンセンサMELENSOR VSシリーズ、及びCOGNEX社製ビジョンセンサIn-Sightシリーズ(以下“ビジョンセンサ”という。)を監視・操作するためには、Ethernetネットワークに、パソコンを接続する、又は専用装置であるCOGNEX社製VisionView VGA(ビジョンセンサの画面を外部モニタに直接出力するためのアダプタ)を接続し、GOTとVisionView VGAをRGB(Red Green Blue)ケーブル、及びシリアルケーブルで接続するなどの構成にする必要があった(図1)。

VisionView VGAは、市場投入後、GOTとの連携で非常に好評であったものの、発売後約10年経過したこともあり、2020年3月に生産が終了した。これを機に、GOTとビジョンセンサを直接接続して監視・操作が可能なアプリケーション開発の需要が高まった。

そこでビジョンセンサと簡単に接続できるGOT拡張機能アプリケーション“ビジョンセンサモニタ機能”を2020年5月に市場投入した。

本稿では、“ビジョンセンサモニタ機能”の特長、及び機能実現のための技術、工夫した点について述べる。

2. ビジョンセンサモニタ機能の特長

2.1 簡単接続

“ビジョンセンサモニタ機能”では、Ethernetネットワークに接続されたビジョンセンサを自動で検出して画面にリスト形式で表示するため、選択するだけで簡単に接続できる。このため、現場でビジョンセンサに設定したIP

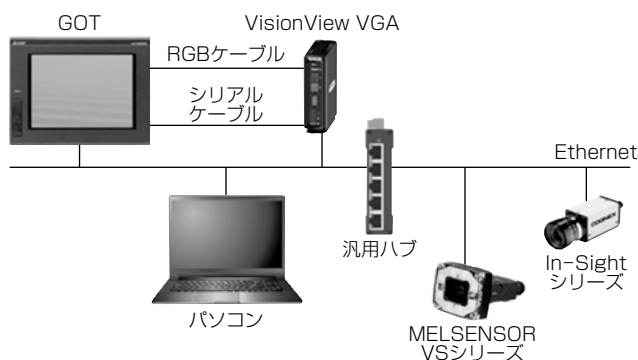


図1. 従来システム構成

(Internet Protocol)アドレスを記憶して手入力するなどの手間をかけずに使用できる(図2)。

2.2 検査結果の確認

“ビジョンセンサモニタ機能”の画面にビジョンセンサが撮像した検査対象画像とビジョンセンサの検査結果を図形などで表した画像を重畳して表示することで、検査結果を可視化する機能を備えている。これによって、ワークが良品か不良品か、不良品の場合、ワークのどこに不良があったのかをGOTの画面上で確認できる(図3)。

2.3 パラメータの確認・変更と保存

“ビジョンセンサモニタ機能”の画面に表示するリストから、ビジョンセンサの様々なパラメータを確認・変更できる。これによって、良品/不良品の累計数の監視や、検査パラメータのしきい値などの細かな設定変更を行うことができる。また、設定変更後は、ビジョンセンサのストレージにジョブファイル(ビジョンセンサの設定ファイルとして、検査を実行するための情報が含まれるファイル)として保存できる。

検査結果を確認しながらパラメータ調整が可能のため、現場でのトライアンドエラーによるシステム立ち上げの効率化や、トラブル発生時のダウンタイム削減などに貢献できる。

2.4 ジョブファイルの切換え

あらかじめビジョンセンサのストレージに複数のジョブファイルを保存しておくことで、GOTから実行するジョブファイルを選択して切り換えることができる。例えば、

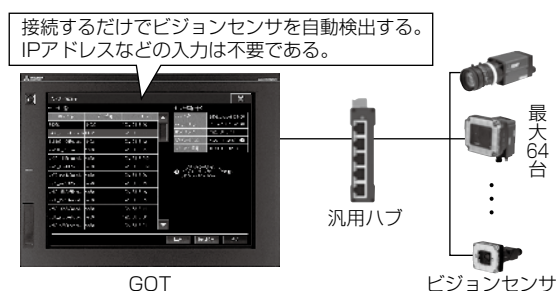


図2. 簡単接続



図3. 検査結果の確認

生産ラインで段取り換えが発生した場合、GOTからビジョンセンサの検査内容を変更できる。

3. ビジョンセンサモニタ機能の技術

3.1 実現手段

“ビジョンセンサモニタ機能”は、ビジョンセンサにCOGNEX社の技術であるWeb HMI(Human Machine Interface)機能を活用して実現している。

Web HMI機能とは、ビジョンセンサがWebサーバになり、Ethernetネットワークに接続した端末(パソコンやタブレットなど)のWebブラウザをクライアントとして、ビジョンセンサの監視・操作を可能にする仕組みである(図4)。

Webサーバ/Webクライアント間は、JSON(JavaScript Object Notation)形式のデータをHTTP(HyperText Transfer Protocol)通信やWebSocket通信などを行うことによってデータの授受を行う。

3.2 Web HMI機能の仕組み

Web HMI機能の仕組みをシーケンスの一例(図5)で述べる。

Webサーバ(ビジョンセンサ)は、トリガーが成立すると撮像などによって画像を取り込み、取り込まれた画像に対して設定した画像処理検査を実行する。検査が終わると、Webクライアント(GOTなど)に対してWebSocket通信で検査結果を通知する。検査結果には画像のURL(Uniform Resource Locator)、結果を表す図形情報やパラメータ情報などが含まれる。WebクライアントはURLからHTTP通信で画像のペイロード要求を行うことで画

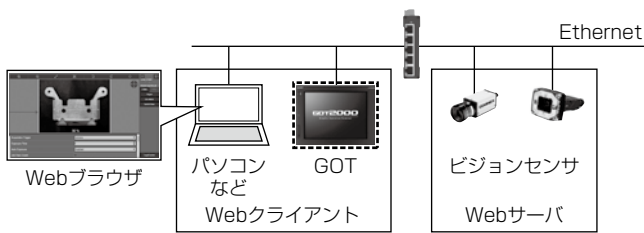


図4. Web HMI機能

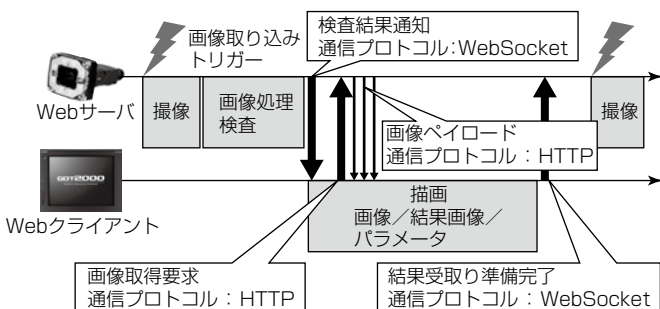
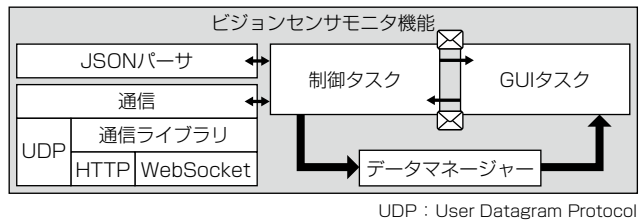


図5. Web HMI機能シーケンスの一例



UDP : User Datagram Protocol

図6. ソフトウェア構成

像を取得し、これらの情報を画面に描画する。描画完了後、WebSocket通信で次の検査結果を受け取る準備が完了したことをWebサーバへ通知する。これらのシーケンスを繰り返すことで、ビジョンセンサに取り込まれた画像、検査結果の図形やパラメータをクライアントの画面上に表示する仕組みである。

3.3 ソフトウェア構成

“ビジョンセンサモニタ機能”のソフトウェア構成を述べる。機能を実現するため、制御タスク、GUI(Graphical User Interface)タスクの2タスク構成でソフトウェアを構築した。制御タスクは、主にビジョンセンサと通信を行うタスクと位置付け、GOTの操作情報をビジョンセンサへ伝送し、ビジョンセンサからの検査結果情報を解析して描画情報としてGUIタスクへ通知する役割を担う。一方GUIタスクは、制御タスクから通知された描画情報から画面を描画し、GOTの操作を制御タスクへ通知する役割を担う。タスク間は、メッセージや共有メモリによって、調停制御やデータ授受を行うように設計した。

ソフトウェア構成の特徴的な点は、GOTとビジョンセンサ間をHTTP通信やWebSocket通信で行うためのOSS(Open Source Software)としてGOT Mobile機能⁽¹⁾で搭載実績のある通信ライブラリを搭載したこと、JSON形式の通信データをパース(解析)するためのOSSとしてJSONパーサをGOTに初搭載したことである(図6)。

4. ビジョンセンサモニタ機能開発の工夫点

“ビジョンセンサモニタ機能”を実現するために工夫した点を2点述べる。

4.1 ターゲット環境の差異を考慮した段階的開発

3章で述べたとおり“ビジョンセンサモニタ機能”に使用する技術であるWeb HMI機能は、Webブラウザ環境をターゲットに開発された機能であり、クライアントソフトウェアはJSON形式データと高い親和性を持つJavaScript言語で実装されている。

Web HMI機能を動作させるため、COGNEX社からJavaScriptで実装されたソフトウェアの提供を受けたが、

GOT環境はJavaScriptに非対応のため、提供されたプログラムを解析し、GOT環境で実行可能なCやC++言語に変換して実装を行う必要があった。

このような差異によって発生し得る様々なリスクを考慮し、開発を3フェーズに分けて実施した。

1フェーズ目は実現性検証フェーズとして、Windows^(注3)OS(Operating System)環境で動作するプロトタイプを作成し、機能仕様や提供ソフトウェアの不明点の解消、開発に必要な技術要素の洗い出しを行った。2フェーズ目は性能検証フェーズとして、GOT環境で動作するプロトタイプを作成し、GOT環境独自の課題抽出を行った。3フェーズ目に品質を確保するための正規開発を行った。このように目的を分けて開発フェーズを分けたことで、開発環境や開発言語の差異による課題を早期に検出し、前広に手を打ちながら開発を進めることができた。

(注3) Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。

4.2 GOT環境に適したJSON解析手段の選定

JSONとは、XML(eXtensible Markup Language)等と同等のテキストベースのデータフォーマットである。GOT環境では、JSON形式のデータ構造をそのまま読み取ることができないため、データをパースする必要があった。そのため、GOT環境に適合できそうなJSONパーサをOSSから数点候補として挙げ、それぞれを、言語、ライセンス、性能、開発環境、信頼度などの観点で比較評価を行い、一つのJSONパーサを選定した。

選定したJSONパーサは、DOM(Document Object Model)とSAX(Simple Application Programming Interface for XML)の2通りのパース手段がある。DOMは、JSON形式データをメモリに一括で展開し解析する方法であり、SAXはストリームから文字列を読み取りながら、構文に従って解析を行い、イベントをハンドラに発行する動作を繰り返す解析方法である(図7)。

DOMは、JSON形式データを一括でパースするため、実装量を減らせるという点がメリットであるが、動的に多大なメモリを消費する点がデメリットである。一方、SAXは、解析対象の構文に必要な処理だけ選定して実装するため、メモリ消費量を抑えられる点がメリットであるが、構文解析、イベント、ハンドラを全て実装する必要があるため実装量が多くなってしまふ点がデメリットである。どちらを利用すべきか検証するために、処理時間とメモリ消費量をGOT環境で実測した(表1)。

処理時間では、SAXはハンドラの内容で変動するもののDOMとSAXで大きな差は見られなかったが、メモリ消費量で、DOMと比較してSAXは圧倒的に少ないメモリで

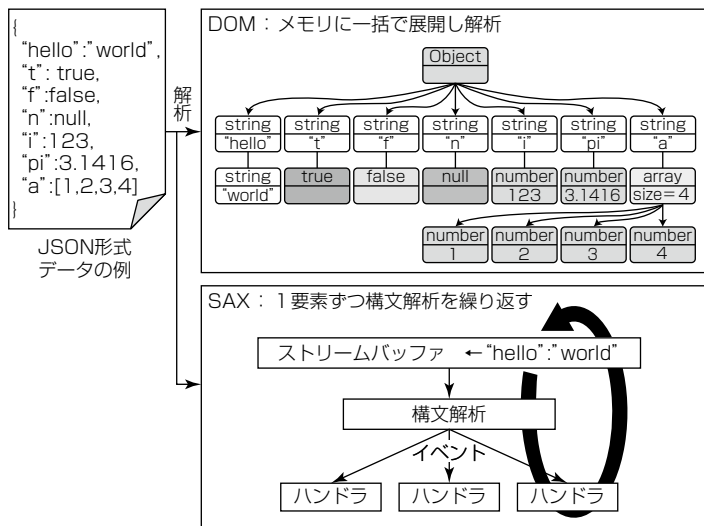


図7. JSON形式データのパース方式の違い

表1. JSON形式データのパース方式の比較結果(GOT環境)

JSONデータ 要素数	パース処理時間	
	DOM	SAX
約5,000	約10ms	約9ms + a ^(注3)
約10,000	約21ms	約17ms + a
約50,000	約102ms	約89ms + a
約100,000	約204ms	約178ms + a

(注3) +aは、ハンドラの内容で変動する。

JSONデータ サイズ	要素数	パース時のメモリ消費量	
		DOM	SAX
約10MByte	約4,000	約17MByte	約7.2MByte

パースが実現できる結果になった。

GOTは組み込み機器であるため、使用できるメモリ制限が大きい。一つのアプリケーションにメモリを多く消費してしまうと、ユーザーが利用可能なメモリ上限が減ることによる問題が生じる。“ビジョンセンサモニタ機能”でJSON形式データのパース対象要素の量は多くないことも踏まえ、SAXが優位と判断し、SAX方式を選定してJSON形式データのパースを実現した。

5. む す び

GOT2000シリーズと当社製MELSENSOR VSシリーズやCOGNEX社製In-Sightシリーズとの連携によって、生産現場で簡単・低コストでビジョンセンサを監視・制御できるGOT2000シリーズの“ビジョンセンサモニタ機能”について述べた。今後は、市場ニーズを更に追求したこのアプリケーションの機能拡充を行う予定である。

参考文献

- (1) 桑森心平, ほか: グラフィックオペレーションターミナル“GOT2000シリーズ”の新機種・新機能, 三菱電機技報, 90, No.4, 235~238 (2016)