

サーボシステム「ALPHA7」診断オプション

“ALPHA7” Servo System Diagnostic Option

樋口 文哉* HIGUCHI, Fumiya

二階堂 時宏* NIKAIDO, Tokihiro

モーションシステムは、金属加工機械や包装機械、半導体製造装置など、さまざまな機械装置で位置や速度、加速度、力などを制御するために使用されている。

これまでのモーションシステムでは、生産性向上のため高速化が重視されてきたが、近年は加えて、機械装置の稼働中にリアルタイムで不良品を検出し、不良品の流出を防ぐことが求められている。

この要求に応えるため富士電機は、AI（Artificial Intelligence）技術を活用した、サーボシステム「ALPHA7」診断オプションを開発した。

1 機械装置における不良品検出の課題

不良品が流出すると、商品回収に莫大なコストが掛かるだけでなく、企業イメージが低下して会社全体の売上減少につながる可能性がある。そのため、エンドユーザーから機械装置メーカーに対し、生産性を損なうことなくリアルタイムで製品の異常を検知し、不良品の流出を防止する仕組みを機械装置に組み込んでほしいという要求が増えている。

例えば、端子圧着機械では電線の圧着不良をリアルタイムで検出するよう求められている。機械装置メーカーでは、さまざまなセンサを搭載して不良品の検出精度向上を進めてきたが、大きなコストが掛かっており、コスト低減と不良品検出精度の維持・向上の両立が課題となっている。

2 診断オプションによる異常検出

図1にサーボシステム ALPHA7 および診断オプションの外観を示す。診断オプションは、サーボアンプからの応答データ、制御アプリケーションの演算データなどを基に、アナリティクス・AIである多変量統計的过程管理（MSPC：Multivariate Statistical Process Control）により、異常診断を行う。これにより、センサを追加することなく、高精度の不良品検出を実現した。また、上位システムを変えることなくサーボ単体で、正常動作との動作の差異を基にして、不良品発生に至るよ

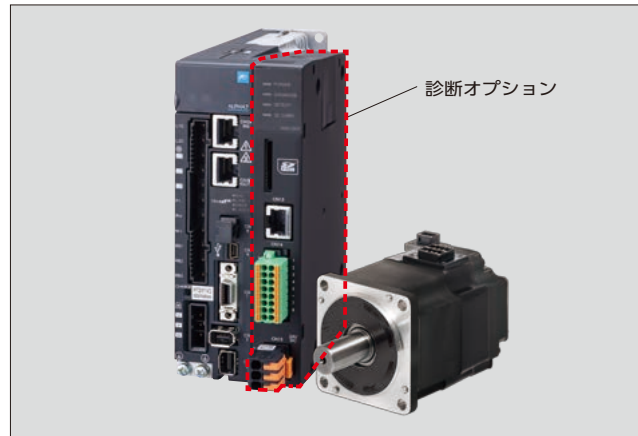


図1 サーボシステム「ALPHA7」および診断オプション

りも前に加工工程で発生している異常を検知することもできる。

2.1 診断の仕組み

診断オプションは、モデル生成機能と診断機能を持っている。モデル生成機能は、機械装置が正常に運転している状態を表す診断モデルを作成する機能である。診断機能は、モデル生成機能で作成した診断モデルと実際の製造時のパラメータを比較して良品の判定を行う機能である。これらの機能は MSPC により実現している。

MSPC は、多変量のプロセスデータ（パラメータ）間の相関関係を表す空間において、正常な状態である範囲を診断モデルとして設定し、観測されたパラメータのセットが診断モデルの範囲を逸脱した場合、異常とする診断手法である。図2に MSPC による診断を示す。診断モデ

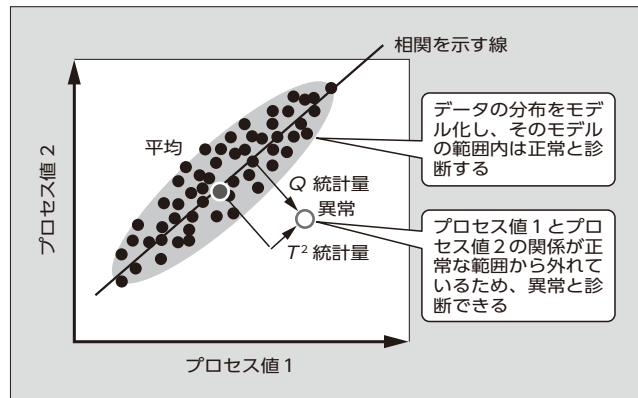


図2 MSPC による診断

* 富士電機株式会社インダストリー事業本部ファクトリーオートメーション事業部機械業務部

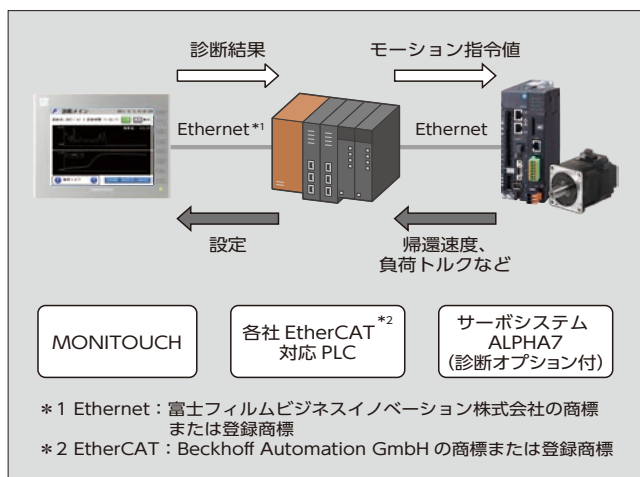


図3 サーボシステム「ALPHA7」と診断オプションによるシステム構成例

ルのパラメータ間の相関からのずれを Q 統計量、平均値からのずれを T^2 統計量とし、この2種類の評価値に基づき異常の検出を行う。この手法を用いることで、個々のパラメータの上下限值による診断では見逃されてしまう異常についても検出が可能となる⁽¹⁾。

2.2 診断オプションの構成

図3にサーボシステム ALPHA7 と診断オプションの構成例を示す。サーボシステム ALPHA7 に診断オプションを搭載し、各社の EtherCAT 対応の PLC (Programmable Logic Controller) と組み合わせることにより、容易に異常診断を実現できる。

診断オプションには、モデル生成および診断に必要なアプリケーションが実装されており、ユーザーは診断に必要な情報を設定するだけで、新たにプログラムを作成することなく診断を実行できる。また、プログラマブル表示器「MONITOUCH」に前述の設定や診断状況のモニタリングが可能な画面サンプルを用意し、ユーザーが簡単に診断を開始できるようにした。

3 適用事例

端子圧着時の不良品例を図4に示す。従来、端子圧着機械では、図4のような圧着時の被覆噛み(か)みや浅打ちによる不良を防止するため、荷重センサと検査装置を組み合わせ、端子圧着不良を検知する仕組みを構築していた。しかし、センサや検査装置を追加することでシステムの構造が複雑となる問題があった。また、端子ごとに個別調整が必要となり、調整に時間を要していた。

そこで、ALPHA7 の負荷トルクモニタ機能と診断オプションを導入した。図5に診断オプションで使用する入

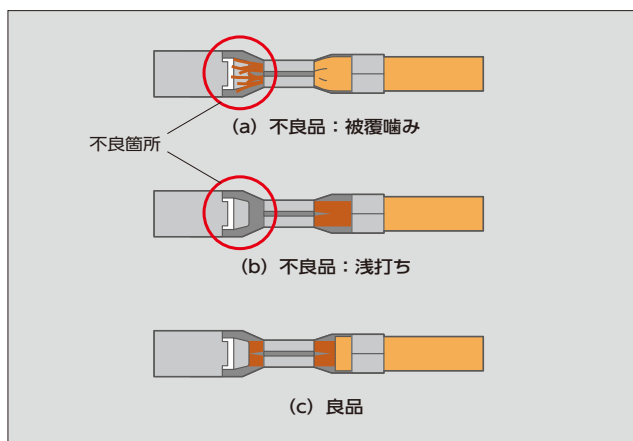


図4 端子圧着時の不良品例

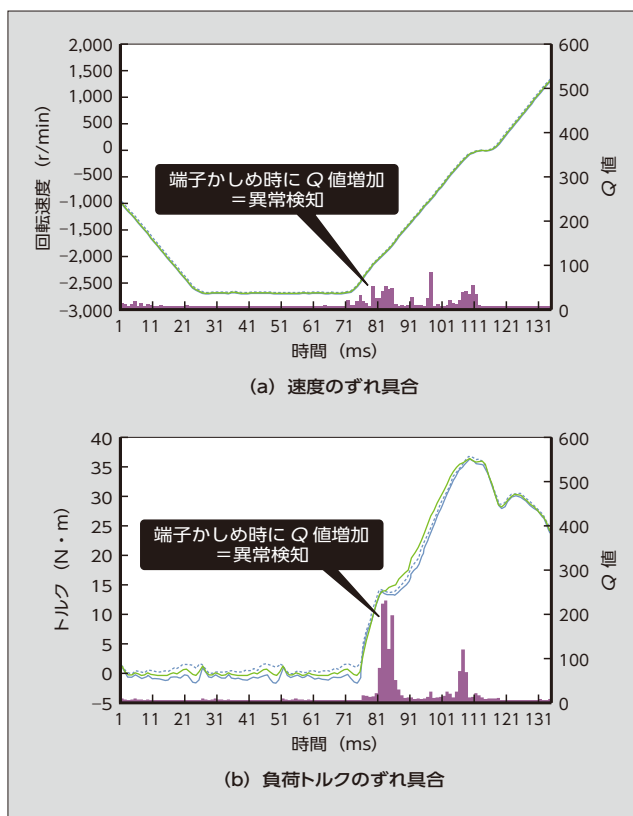


図5 診断オプションで使用する入力データ例

力データ例を示す。ここに示す回転速度や負荷トルクのずれ具合をデータとして利用し、サーボをセンサとして活用することにより、外部センサを使うことなく圧着不良を検知することが可能となった。また、診断オプションの MSPC を活用し、端子の種類ごとに正常状態の診断モデルを登録することにより調整時間の短縮を実現するとともに、圧着不良検知の精度も向上した。

参考文献

- (1) 湯尾幸輝ほか. リアルタイムで不良品検出を実現するAIを適用した機械装置向け診断ソリューション. 富士電機技報. 2021, vol.94, no.3, p.141-145.

〈注〉 EtherCAT：Beckhoff Automation GmbH の商標または登録商標

発売時期

2023 年 6 月

お問い合わせ先

富士電機株式会社
インダストリー事業本部
ファクトリーオートメーション事業部機種業務部
電話(03)5435-7091





＊本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。