

機械の正常な状態を自動認識して自動的に良否判定を行う世界で初めての診断装置の開発と試作

概要

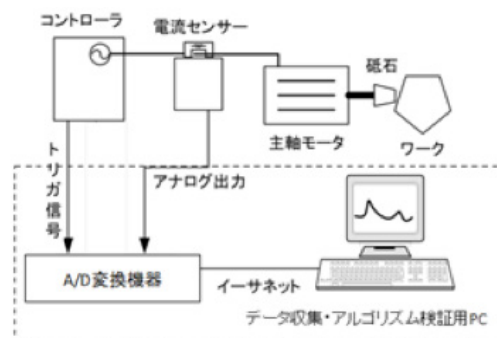
これまでの異常診断装置は予め正常な状態を把握してから閾値を手動設定するが、標準偏差を使えば閾値を自動生成でき、測定データのバラツキ度合いを基準とした正確な良否判定ができることが、多くの実験で検証できたので商品化に取り組む。

取り組みのきっかけ

主要自動車メーカーを中心に状態監視保全のニーズが多かった工作機械での異常を検知するため、多くの実験計測を行って異常診断アルゴリズムの確立とその有効性を確認した。しかし、大量のデータを処理するパソコン操作は人手での閾値設定が必要なため障害が大きいとのユーザ評価がボトルネックとなり現場では使えなかったことから、標準偏差を使ったデータ処理により自動的に良否判定できる診断装置の開発に取り組んだ。

取り組みの目標

生産設備の状態監視保全に有効な異常診断装置において、大量データをパソコン操作（人手）で閾値設定を行うという障害を解決する画期的機能を持つ装置の開発を目指した。



<試作品の達成目標>

- ①現在の市場製品にない工作機械などの正常稼働レベルを判定する診断装置の開発。
- ②市場販売価格50万円とするため製造原価30万円を目指す。

1. 試作品の設計、開発

- (1) ハードウェア開発
 - ・ソフトロックスの特許技術を導入してCPUボード、入出力A/D変換ユニット、電源ユニット、ケース、表示機器等の最適設計と機器選定をソフトロックスと当社にて行う。
 - ・診断装置の要求仕様検討と試作品の制作、ソフトウェア開発を行う。
- (2) ソフトウェア開発

標準偏差を使った閾値の自動設定方法について、NC工作機械による穴あけの主軸モータ電流値を測定。全

1,000回の測定データで、刃具が破損したり刃先に異常が発生したケースが数回含まれるが、これから異常データを排除して正常なケースのみの波形集合を作成する。

次にこの正常波形集合の最大波形、最小波形にそれぞれプラスとマイナスのマーヅンを経験に基づいて設定作成された上限波形、下限波形に対して、標準偏差 σ を使うと異常波形を含む全測定データから平均値プラス σ を上限、平均値マイナス σ を下限として、全自動で観測データのバラツキを基準とした信頼性の高い閾値が設定できる。

2. 機能検証試験

試作した診断装置と開発したソフト・ハードウェアの機能検証試験を当社にて行う。検証試験は高精度のスカラロボットを使って異常状態を意図的に発生させ、正常と異常の比較実験にて正しい検出が出来るかどうか確認し、全自動で設定した閾値での異常検出が確実であるかどうか検証する。

3. 試作・設計へのフィードバック

実験結果に基づいて性能評価を行い、ソフトロックスによる技術検討を試作・設計にフィードバックし、ソフトウェアを修正して試作品を完成させる。

取り組みの内容

1. 試作品の設計、開発

- (1) ハードウェアの開発では、入出力ボードの内部インピーダンスの大きさによって受け取る信号の強度が変動する問題を解決するため、アナログ信号レベルのゼロ点の調節にトライアルアンドエラーを繰り返した。ケースの試作についても基本シングルボードコンピュータであるBeagle Bone Blackの寸法精度にバラツキがあったため、細かな寸法調整に苦労して何度も3Dプリンタでの評価を行った。
 - メモ리카ードの引っ張り力が引っ掛かったりする組立時の障害を解決した。



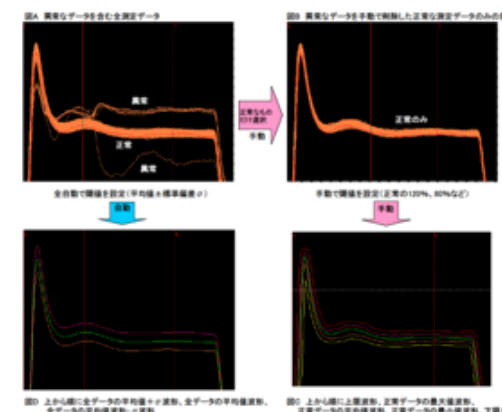
中山水熱工業株式会社

代表取締役 中山 慎司
所在地：三重県鈴鹿市平野町7686番地10
連絡先：TEL 059-375-0330 FAX 059-379-4704
E-mail：nakayama@nsx.co.jp
URL：http://www.nsx.co.jp

企業情報

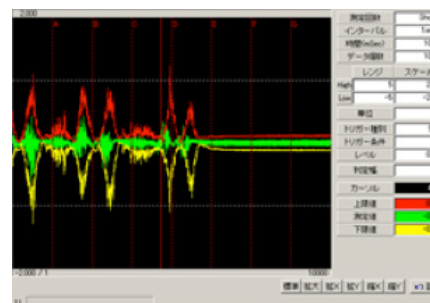
従業者数：18名
資本金：1,500万円
業種：建設業・設備工事業
特色：配管を中心とした機械設備工事を主体として、電気・計装・制御システム・塗装・断熱・建築・土木工事など多分野に関わる業務を統合管理します

- (2) ソフトウェアの開発では、OSによる割り込みが発生し、データ取得が勝手に止まったり、AD変換のプロトコルが複雑なため、チューニングを含むプログラミングに膨大な時間を要した。特にSerial Peripheral Interfaceによるデータ取得は苦労した。



2. 機能検証試験

スカラロボットを使った繰り返し動作における振動値計測を行った結果、サンプリング速度1msecにて10,000データ点の波形測定が問題なくできた。試作目的である標準偏差を計算して上下限の波形を自動生成することにより異常診断を実現。



〈振動測定波形〉
緑：測定波形 赤：上限波形 黄：下限波形

3. 試作・設計へのフィードバック

開発過程でのさまざまな技術的指導と、モデル開発および試作、設計へのフィードバック過程においても専門技術を持つ名古屋工業大学に依頼し測定実験により成果を得た。



(名古屋工業大学での検証試験)

取り組みの成果

試作開発での大きな目標であった、市場にはない有効な機能を持つこととコストダウンを実現するとともに、想定していた以上の成果を得ることができた。

<達成度指標の実現について>

- ①現在の市場に存在しない機能を持つ診断装置の開発を目指す。

標準偏差を用いた正常判定ができる診断装置の試作の異常診断装置を完成し、運用試験で成果を得た。
- ②製造原価について

ハードウェア原価は10万円が可能となった。ソフトウェア開発費とサポートサービス費用を含めて、製造原価30万円程度とする目標を実現できた。したがって目標通り市場販売価格を50万円とした製品開発を進めることができた。



開発製品・技術等のアピール

本事業の試作開発後、現場ユーザの要望を取り入れた改良に取り組んだ。収集データの波形グラフでは、繰り返し重なり密度を色分けし、バラツキ度合いをイメージ表示することで見える化を図った。また、試作段階では上下限波形を自動作成していたが、生の収集データを人が見て判断し、画面上でマウスを使い上下限設定ができるようにするなどの改良を重ね、波形解析装置「conandesse（こなんでっせ）」を製品化。ユーザーからはソフトウェアの使いやすさや見やすさが高い評価を得ている。

今後の展望

既存取引の自動車産業向け分野の他、食品や鉄鋼関連分野の機械ユーザー等への新市場や、海外市場の事業拡大に向け、技術の高度化を図りながら市場調査、展示会への出展なども継続し、少なくとも2分野への市場進出と海外での販売に取り組んでいく。