

機械装置知的遠隔監視装置の開発

機械システム科 科 長 田 口 喜 祥

生産効率を上げるため、機械装置を少人数で長時間稼働させたいという要望がある。特に、NC 工作機械では工具摩耗などの不具合を未然に予測し、対策を行うことが要求される。これまで、工具交換時期の決定は、切削した個数や切削時間により推定することが多かった。しかし、同じ工具を使用している、切削対象や切削条件が異なれば、切削個数や切削時間で管理することが難しいとの指摘がされていた。そこで、本研究では、既存の NC 工作機械に後付けできる装置により工作機械の状態をセンサにより計測し、センサ情報の履歴を使用して工具交換時期を予測する知的遠隔監視装置の開発を行うことを目的とする。

1. 緒言

県内企業から、生産効率を上げるため、機械装置を少人数で長時間稼働させたいという要望があっている。特に、NC 工作機械では工具摩耗が発生すると不良品が多くなり損失につながるため、いつ工具交換を行うかを管理することが重要になる。これまで、工具交換の時期の管理は切削した個数や切削した時間により行われていた¹⁾。しかし、切削速度が変わった場合、切削した時間も変わるため管理が難しくなる。そのため、切削速度を変えた場合の工具寿命分布を統計的手法で推定する試みなど²⁾がなされていた。

一方、近年、工作機械を対象として品質工学の一手法である MT 法 (Mahalanobis-Taguchi Method) を用いてオンラインで取得したセンサ情報を基に、機械装置の寿命を予測することが試みられている³⁾。この手法は有望であるが、既存の工作機械に用いる場合、複数のセンサ装置取り付け、取り付けた工作機械に対応した解析をすることが求められる。

そこで、本研究では県内企業が保有している既存の NC 工作機械に、追加設置可能なセンサユニットと工場内に設置し、センサユニットからの情報を集計して送信できるサーバユニットを試作し、収集したセンサ情報から品質工学の手法⁴⁾を応用して工具交換時期を予測することを特徴とする知的遠隔監視装置の開発を行うことを目的とする。

このような知的遠隔監視装置を開発するために、本年度は、複数のセンサ情報を収集するための多チャンネルセンサユニットを試作した。

2. システム構成

開発する知的遠隔監視装置のシステム構成を図 1 に示す。複数のセンサ信号はコンピュータボードとセン

サ処理回路で構成されたセンサユニットで取得し Ethernet 回線を用いてサーバユニットに送られる。サーバユニットは、距離画像センサで取得した画像や距離データとセンサユニットで取得したセンサデータを統合して処理し、必要なデータを抽出後、遠隔地に設置されたパソコンに無線 LAN やインターネット回線を介して送信する。パソコン上では、送られてきたデータを品質工学の手法で解析するプログラムが動作しており、取得した情報を基に工具交換時期の予測を行う。また、サーバユニットは、センサユニットや距離画像センサの情報から異常を検出した場合、機械装置の停止やスマートフォンや携帯電話に電子メールなどを用いて通知する機能を有する。

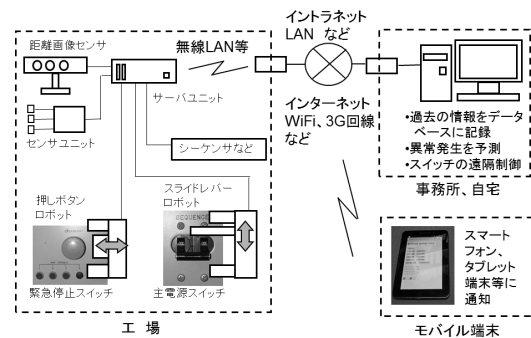


図 1. 知的監視装置のシステム構成

このような知的遠隔監視装置を開発するために、本年度はセンサユニットの試作を行った。以下に試作したセンサユニットの概要について述べる。

3. センサユニット

試作するセンサユニットは、複数設置することを想定し、安価なコンピュータボードを用いて開発を行っ

た。回線使用コストを考えると、センサユニット自体で取得したセンサ情報を事前に処理し、情報量を減らすことが求められるが、安価なコンピュータボードを使用する場合、演算速度やAD変換器のサンプリング速度が問題となり、多チャンネルでのセンサ情報を処理することは難しい。そこで、全てをコンピュータボードによるデジタル処理をするのではなく、一部の信号処理をアナログ演算回路で処理することで低機能なコンピュータボードでも必要なセンサ情報を取得できないか検討を行った。また、アナログ演算回路を設計するとき問題となる、使用する部品のばらつきや使用時間による性能変化に対応するため、品質工学の手法を導入してセンサユニットを開発することを試みた。

一例として、工作機械の主軸電流を計測するセンサユニットの設計手法について述べる。このユニットはクランプ式のCT電流センサで取得した電流信号をアナログ演算回路により増幅、絶対値変換、平滑化して、コンピュータボードのAD変換器で取り込み、平均電流と相関がある積算値を算出する構成となっている。

表1に示すアナログ演算回路の設計パラメータである抵抗値、コンデンサの容量などを制御因子とし、表2に示すアナログ演算回路で問題となる外乱ノイズを誤差因子として、L18直交表を用いて図2の要因効果図を作成した。

要因効果図を基にアナログ演算回路を設計し、平均電流と相関がある積算値を算出し、クランプ電流計で計測した値との相関について調べた。実際に流れている電流をセンサユニットとクランプ電流計で計測し、センサユニットで取得した積算値とクランプ電流計で計測した電流値の相関を調べた。相関図を図3に示す。

表1. 制御因子

	1	2	3
負荷抵抗位置	A	B	-
ケーブル長	小	中	大
抵抗1	小	中	大
抵抗2	小	中	大
抵抗3	小	中	大
抵抗4	小	中	大
コンデンサ1	小	中	大
処理手法	A	B	C

表2. 誤差因子

最良条件	ノイズ無
最悪条件	ノイズ有

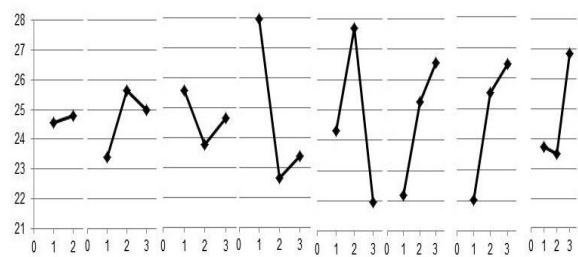


図2. 要因効果図

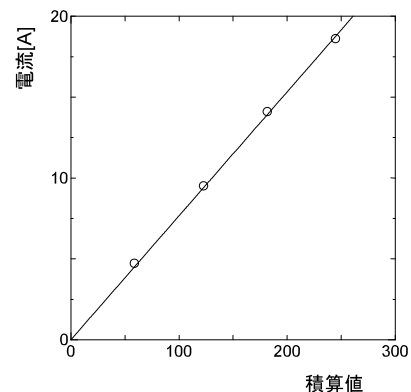


図3. 積算値と電流の相関図

積算値とクランプ電流計で計測した電流値について回帰分析を行ったところ、決定係数 R^2 は0.999であった。

4. 結言

NC工作機械の工具交換時期を予測する知的遠隔監視装置を開発するために、複数のセンサ情報を収集するための多チャンネルセンサユニットの試作を行った。

今後、センサユニットで計測したデータを基に工具交換時期を予測する装置を開発する予定である。

参考文献

- [1] 下田, 櫻井: 自動加工における統計的ツール交換方式の研究, 日本経営工学会誌, Vol. 45, No. 6, pp. 555-561, 1995.
- [2] 下田, 櫻井, 古市: 切削速度を変えた場合の工具の寿命分布に関する統計的研究, 日本経営工学会誌, Vol. 50, No. 1, pp. 49-57, 1999.
- [3] 加藤, 堀口, 前田他: MT法による主軸寿命予知システムの開発(第2報), 品質工学研究発表大会論文集20, pp. 206-209, 2012.
- [4] 田村: よくわかるMTシステム, 日本規格協会, 2009.