

画像を利用した工作機械の空間精度測定に関する研究

Vision-based Measurement of Volumetric Errors of a Machine Tool

学 ○谷澤 佑介 (京都大) 正 茨木 創一 (京都大)
正 松原 厚 (京都大)

1 緒 言

位置決め系の運動精度を向上させるためには、まずそれを正確に測定できることが重要である。現在、工作機械送り系の2次元運動精度を直接測定できる計測器として、交差格子スケール¹⁾などが市販化されているが、①ヘッドとグリッドプレートの距離を1 mm以下にセットアップしなければならない、セットアップに手間がかかると同時に、危険である、②グリッドプレートが回転すると測定が行えず、例えば回転軸の位置決め精度の測定等の目的には使用できない、などの問題がある。

近年、画像による検査や位置決めが急速に普及している。本研究ではカメラを工作機械主軸に取り付け、精度が既知である対象を撮影することで、工作機械送り系の2次元位置決め誤差を広範囲に計測する手法を検討した。

2 エッジ認識の方法

2.1 エッジの定義

画像上のある直線上において、各画素における輝度の1次差分の絶対値が極大となる点を、その直線上のエッジ点と定義する。画像全体を走査し、エッジ点の集合を抽出した。エッジ点の集合をエッジと定義する。

2.2 エッジ抽出

Sobelオペレーターを利用し、各画素の輝度の1次差分を計算の後、エッジ強度を算出した²⁾。画素サイズ以下の単位でエッジを抽出するため、エッジ強度が極大となる画素を中心として3×3画素を抜き出し、エッジ強度を多項式平面で補間して極大位置を算出する。

3 エッジ抽出による1次元位置の測定

3.1 実験1：1画素以下の移動に伴うエッジ認識

対象物の移動距離が1画素サイズ以下であるとき、エッジ認識により変位を計測する試験を行った。

汎用立型マシニングセンタ機械Aのテーブル上に載せた長方体のアーティファクトを、1 μmステップでX方向に計3 μm移動し、停止状態でエッジを撮影した。なお実験では約200万画素の白黒CCDカメラ1画素サイズ4.4 μm×4.4 μm、レンズ倍率約0.75)用いた。

図1に抽出したエッジおよび最小二乗法を用いて計算した近似値を示す。1 μmの移動を認識できていることが分かる。

3.2 実験2：工作機械主軸の直角度測定

直角定規(真直度、直角度の校正值は全ての辺において1 μm以下)の2辺を20 mm間隔で撮影することで、工作機械主軸の真直度および直角度を調べた。撮影は3回行った。比較のため渦電流式変位センサ(分解能：0.3 μm)を用いた測定も5回ずつ行った。

X方向移動時のY方向変位を、画像及びセンサを用いて測

定した比較を図2に示す。ただし、Y方向移動時のX方向変位の平均値がゼロとなるように座標系を定義している。すなわち、図2中に示されている近似直線の傾きが、測定対象である送り系のX軸とY軸の直角度を示す。

測定結果を比較すると、XY軸の直角度は、180 mmの移動に対し、画像による測定では4.1 μm、センサによる測定では6.8 μmとなった。

4 結 言

得られた主な結果を以下に示す。①画像によって、1画素以下の測定が十分可能である。②直角度測定ではセンサでの測定に比して180 mmの移動に対し2 μm程度の差で測定できる。

5 参考文献

- 1) 実用精密位置決め技術時辞典, (2008), p.558, 産業技術サービスセンター
- 2) HALCON活用法, (2004), p.76, 株式会社リンクス

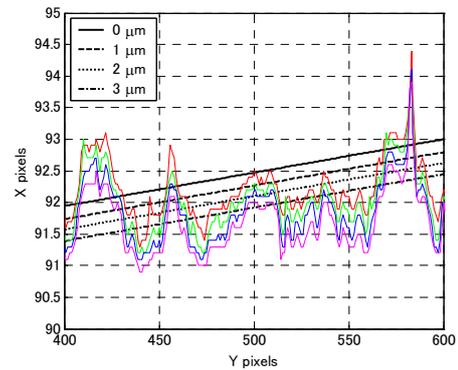


Fig. 1 Edges identified from images under 1 μm step motion toward X (straight lines indicate approximate line by least square fit)

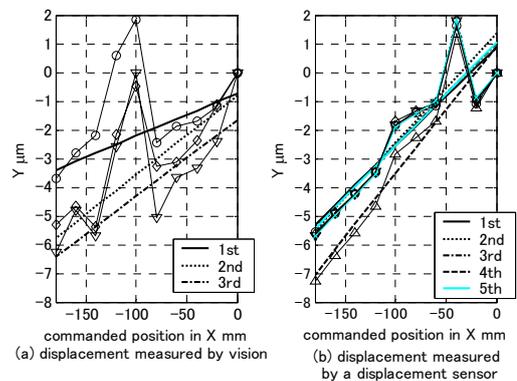


Fig. 2 Measured displacements in Y under the motion toward X direction