

パラレルメカニズムを用いた高速・高精度 3次元座標計測システム(第14報) 冗長受動リンクを用いたキャリブレーション

静大工 大岩孝彰 静大院 首藤圭一

1. 緒言

本研究では、高速・高精度・高剛性を目標にパラレルメカニズムを用いた3次元座標測定機を提案してきた¹⁾。この測定機の校正に、今までは立体的なボールプレート²⁾やダブルボールパー³⁾をタッチプローブで測定しその誤差から機構パラメータを推定してきた。しかし、前者の値付けは困難であり、後者においてもタッチプローブの誤差が校正精度を低下させてきた。そこで本報では、測長器を内蔵したパッシブリンクを用いたキャリブレーション⁴⁾の一方法を提案し、そのシミュレーション結果を報告する。

2. パラレル型CMMの原理

本研究で扱うパラレル型CMMを図1に示す。ベースのジョイントは球面ジョイントで3自由度、ステージのジョイントは回転ジョイントで1自由度、リンクは直動ジョイントで1自由度であり、機構全体の自由度は3である。リンクは測長器を内蔵しており、プローブ先端が被測定物に接触した瞬間の3本のリンク長さから順運動学を用いてプローブ先端の座標を求めることができる。

3. パッシブリンクを用いた校正方法

図2に示すように、測長器が内蔵されたパッシブリンクをPCMM自体に取り付ける。PCMMでプローブをいくつかの座標値に移動させ、順運動学の計算によるパッシブリンクの長さ l_{pj} と、内蔵された測長器によるパッシブリンクの長さ l_{ipj} との差 $l_{pj} - l_{ipj}$ を長さ誤差とし、これを用いて最小二乗法により機構パラメータを推定する。対象となる機構パラメータは、パッシブリンクのベース側ジョイント位置の z 方向 b_z 、ステージ側ジョイント位置の x, y, z 方向 s_x, s_y, s_z 、パッシブリンク初期長さ l_{pj} 、リンク初期長さ l_i 、ベース球面ジョイントの位置を表す r_{bi} 、 b_i 、ステージ回転ジョイントの位置を表す r_{si} 、 s_i 、 s_i ($i=1\sim3$)の全部で26パラメータである。

4. シミュレーション

4.1 シミュレーション方法

推定する機構パラメータに任意の誤差(最大 $\pm 0.5\text{mm}$, 0.5°)を与える。それにより生じるパッシブリンクの長さ誤差 l_{pj} を求め、最小二乗法を用いて機構パラメータを推定する。繰り返し計算を行い、長さ誤差が減少しパラメータ修正量が0に漸近したときの各パラメータの修正量と与えた誤差を比較する。

4.2 シミュレーション結果

26個の機構パラメータに誤差を与え、測定点を45点取ってシミュレーションを行った。その結果を図3,4に示す。結果はパラメータ修正量、長さ誤差ともに0に収束していることがわかる。次に、パラメータに与えた誤差量とキャリブレーション後の修正量を比較した結果を表1に示す。この結果から、パラメータが正確に求められていることがわかる。

4. 結論

本研究では、パラレル型CMMの機構パラメータの校正にパッシブリンクを用いる方法を提案した。この方法は、シミュレーションにより、パラメータ誤差の推定が正確に行われることが示された。

本研究の一部は科研費基盤BおよびCにて行われた。

Table 1 Calibration results

Parameter	I1(mm)	I2	I3
Sum of correcting value	-0.5	0.5	0.5
Given parameter error	-0.5	0.5	0.5
Difference after calibration	0	0	0
$r_{b1}(\text{mm})$	r_{b2}	r_{b3}	$b1(^{\circ})$
0.49999	0.5	-0.50001	0.1
0.5	0.5	-0.5	0.1
0.00001	0	0.00001	0
			$b2$
			0.14999
			0.15
			0.00001

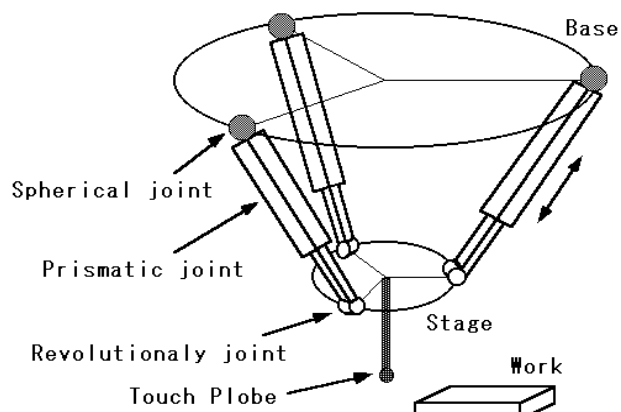


Fig.1 Conception of CMM using parallel mechanism

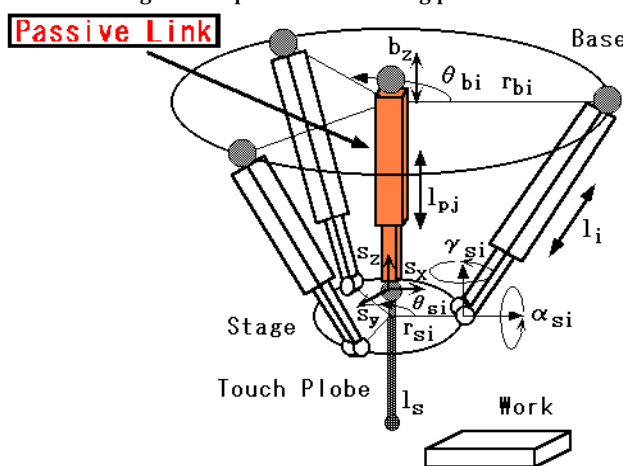


Fig.2 Conception of passive link

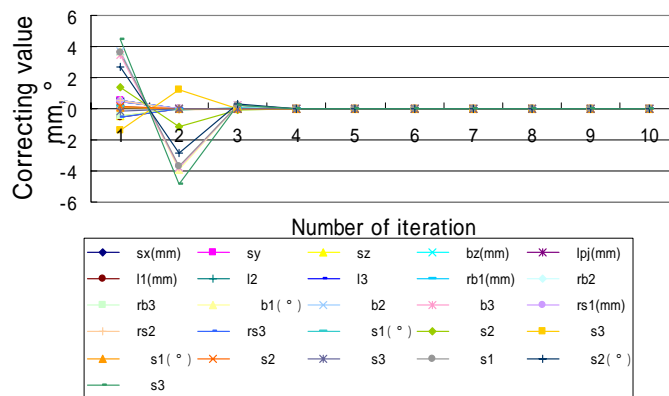


Fig.3 Variation of correcting values during calculation

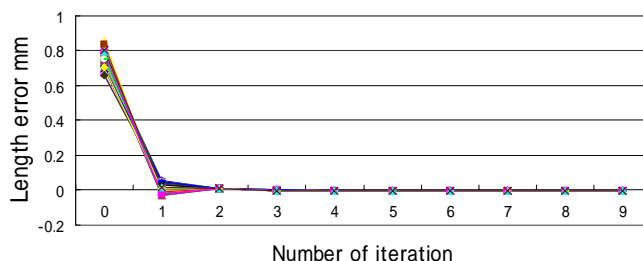


Fig.4 Variation of length error of passive link

参考文献

- 1) T.Oiwa, Int. J. JSPE, 31,3 (1997) 232.
- 2) 大岩,京極,山口,精密工学会誌,68,1 (2002) 65.
- 3) 大岩,片岡,精密工学会誌,69,2 (2003).
- 4) Amit J.Patel,et.al,Int.J.Machine tool and Manufacture,40(2000)489.