室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

多自由度超音波モータの回転位置検出と制御

メタデータ	言語: jpn 出版者: 日本音響学会 公開日: 2012-09-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 藤田, 泰喜, 青柳, 学, 鈴木, 好夫, 富川, 義朗, 高野, 剛浩 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/1667

室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

多自由度超音波モータの回転位置検出と制御

その他（別言語等）のタイトル	A rotary position detection and a control of a ring-type multi-degree-of-freedom ultrasonic motor
著者	藤田　泰喜, 青柳　学, 鈴木　好夫, 富川　義朗, 高野　剛浩
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2007年春季
ページ	1033-1034
発行年	2007-03
URL	http://hdl.handle.net/10258/1667

多自由度超音波モータの回転位置検出と制御*

○藤田泰喜　青柳学　鈴木好夫(室蘭工大)　富川義朗(山形大・工)　高野剛浩(東北工大)

1　はじめに

球状ロータを駆動させるモータの回転位置計測法やロータの支持機構の最適化が未だに確立していない[1]。そこで本研究では Fig.1 に示す多自由度超音波モータ[2]に対して、CCD カメラによる画像処理でロータの回転位置計測を提案し、実際に制御特性を測定することで有用性を検討する。

著者らは、蓄光素子によって明瞭化された 2 つのマークから画像処理によって球状ロータの位置を検出する方法ついて報告した[3]。しかし、出力軸を傾けた場合、Yaw 方向の検出角度に許容できない大きな誤差が生じる問題があった。そこで今回は、その誤差を補正するための理論的な検証を行った。そして、画像処理を用いた位置検出によるモータ制御を行い、本計測法の有用性について報告する。

2　出力軸の傾きによる検出角度の誤差

2.1 誤差要因の検討

画像平面に対して出力軸が傾いた状態の球状ロータの表面に、2 つのマークを取り付けた状態を Fig.2 に示す。1 つのマークは出力軸上に取り付け、もう一方のマークを出力軸上から少し離れた位置に取り付ける。出力軸上でロータが回転する場合、出力軸上にあるマークを中心にして、もう一方のマークが円軌跡を描いて移動する。出力軸が傾いた場合、円軌跡は画像平面に傾いて投影され楕円軌跡に変形する。また、マーク同士の高さの差 h も誤差の要因となる。Fig.2 に示すように、撮影平面に投影した場合、マークの位置が楕円軌道の中心位置から d だけずれることが分かる。この中心位置のずれ幅 d によって検出角度に誤差が生じる。マークの配置やロータ半径から d の値は算出可能である。

2.2 誤差の計算値と実測地の比較

中心のずれた楕円軌跡の式(1)から出力軸

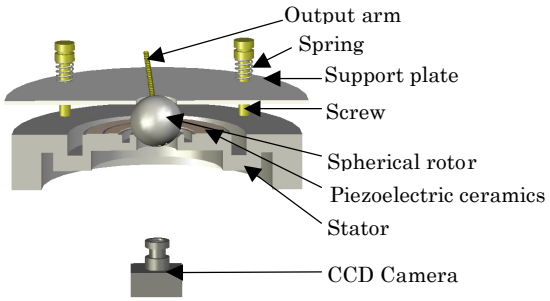
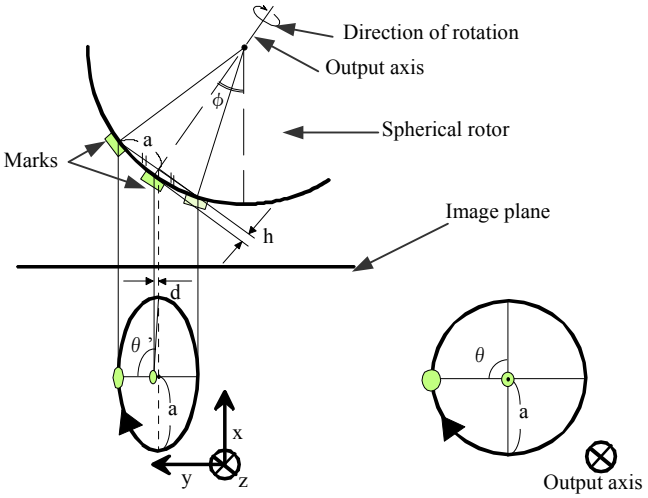


Fig.1　Construction of a multi degree-of-freedom ultrasonic motor.



(a) Factor that cause an error. (b) Circular trajectory.

Fig.2 A deformation of a circular trajectory and a gap of a center position by an inclination of output axis.

が傾いたときの検出値が予想可能である。

$$\begin{cases} x = a\cos\theta \\ y = a\cos\phi\sin\theta + d \end{cases} \quad \cdots(1)$$

ここで、a はマークの描く円軌跡の半径、ϕ は中心軸の傾き角度、θ は出力軸の回転角度である。画像より得られた x,y 座標から予想される検出値 θ ’を(2)式より算出する。

$$\theta' = \tan^{-1}(y/x) \quad \cdots(2)$$

本来の角度 θ との差を、予想誤差$\angle\theta$ とする。出力軸の傾き ϕ が 10[deg]の場合について、$\angle\theta$ と実際に測定した検出誤差のデータとの比較結果を Fig.3 示す。ほぼ計算値通りの誤差が生じていることがわかる。以上より実測値を補正することで、より精度のよい回転位

---

* A rotary position detection and a control of a ring-type multi-degree-of-freedom ultrasonic motor, by FUJITA, Taiki, AOYAGI, Manabu, SUZUKI Yoshio (Muroran Insti. of Tech.),TOMIKAWA Yoshiro (Yamagata Univ.) and TAKANO Takehiro (Tohoku Insti. of Tech.)

置の計測が可能となる。

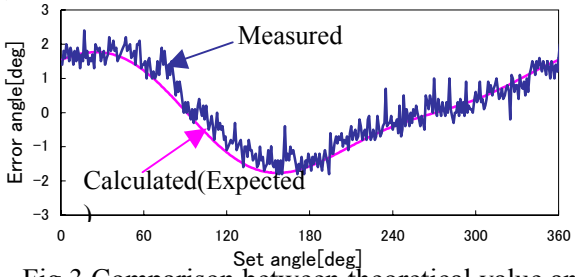


Fig.3 Comparison between theoretical value and detected one in the case that output axis is tilted at 10 deg.

3　多自由度超音波モータの制御

3.1 モータの制御法

画像処理による位置検出はカメラのフレームレート(33ms)に従って行われるため制御周期は 33ms とした。また、このモータは三軸の自由度を持っているが、駆動電極が独立していないため制御は 33ms を 3 分割して 10ms ごとに各軸回転の制御時間として割り当てた。10ms の中での電圧印加時間を制御入力とした。制御方式は目標位置と現在位置の偏差による PID 制御を採用した。

3.2 画像処理によるモータの制御性の測定

実際に多自由度超音波モータを上述の制御法を用いて目標位置まで球状ロータを回転させる制御実験を行った。Fig.4 中に示すように XYZ 固定角の Roll と Pitch によって出力軸の位置を表す。また、出力軸上の回転を Yaw としている。Table1 に示す初期位置から目標位置に回転させる場合について実験を行い、そのときの位置と時間の関係を制御入力とともに計測した。Fig.4 に計測結果を示す。軸初期位置から目標位置までスムーズに収束することが確認できた。

Table1 Initial position and target position of rotor.

	Roll[deg]	Pitch[deg]	Yaw[deg]
Initial position	19	19	90
target position	−19	−19	45

次に、目標値を時間的に変化させ目標位置を追従させるように制御を行った。Yaw は 90 deg を目標値に設定し、Roll, Pitch を 10 s で一回転するような円軌跡を描くように目標値を設定した。目標値は 100 ms ごとに更新している。モータを制御したときの目標値と検出値の関係を測定結果として Fig.5 に示す。それぞれのモータは目標値に追従して動作しているが、制御遅れを持っている。Roll, Pitch の方向で、ともに 200 ms 程度目標値への到達が遅れていた。しかし、安定に追従させることが可能であった。

4　おわりに

画像処理による球状ロータの位置検出の精度を上げることができた。また、画像処理を用いたモータの位置制御も安定であった。以上より、球状ロータで構成される多自由度機構に対して画像処理という手法が有用である考えられる。今後の課題としてはカメラの高解像度化による検出精度の向上と高フレームレート化による制御性の向上があげられる。

謝辞

本研究は高橋産業経済研究財団の研究助成によるものである。

参考文献

[1]矢野　”多自由度アクチュエータ”日本 AEM 学会誌、Vol.14、No.2(2006) PP.31-36

[2]M.Aoyagi,T.Nakajima,Y.Tomikawa,T.Takano: Jpn, Jour. of Applied Physics ,43-5B PP.2884-2890(2004-05).

[3]藤田, 青柳, 鈴木, 富川, 高野: “多自由度超音波モータの制御のための画像処理による位置検出 ”,日本音響学会 2006 年 春季研究発表会,No.2-p-18, PP.1060-1061(2006.3).

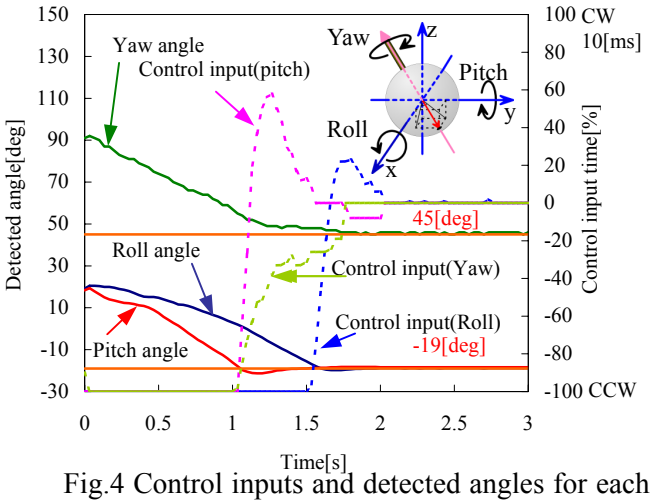


Fig.4 Control inputs and detected angles for each rotation directions (Yaw, Pitch, Roll).

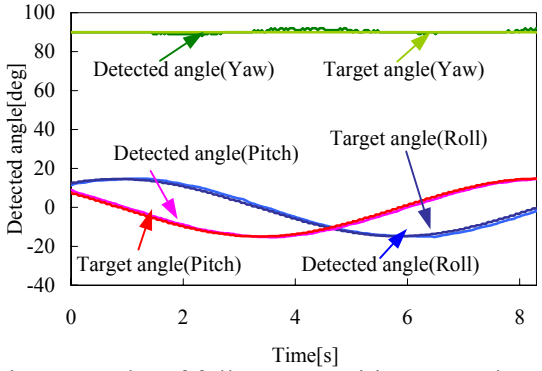


Fig.5. Results of follow-up position control.