

“応答の良い速度コントロールを実現”

モータ速度制御装置

【特許出願】 特願 2004-264271

【特許登録】 特許第 4053529 号（共同発明者：株式会社安川電機）

工学部 バイオロボティクス学科 教授
TSURUTA Kazuhiro, Dr.Eng.

鶴田 和寛



研究の概要

半導体製造装置や工作機械に代表されるメカトロニクス機器を高速・高精度に動作させるためには、モータを駆動する制御装置内の制御ゲインを大きくする必要があります。しかし、制御ゲインを大きくすると、図1に示すように振動を誘発してしまう場合があります。この振動原因としては一般に、メカ特性と制御装置内のむだ時間(信号伝達・検出遅れ)が考えられる。本研究では、むだ時間(遅れ)に注目し、むだ時間を補償することで、制御ゲインを大きくし、高速・高精度応答を実現した。

■方法: 本発明は図2に示したように速度制御器の出力であるトルク指令からモータ速度が検出または位置情報から算出されて、速度制御器に速度信号として利用される間に存在するむだ時間を補償する方法である。トルク指令とモータを含めたメカ特性およびむだ時間により現在時刻からK サンプル周期遅れた速度信号を用いて、信号遅れのない速度信号を以下の式で予測する。

$$CVfb(i) = \sum_{m=-k+1}^M W_m Vfb^*(i+m) + \sum_{m=k}^M W'_m Vfb(i-m)$$

但し、M サンプル先の予測速度信号 $Vfb^*(i+m)$ は以下であり、

$$Vfb^*(i+m) = \sum_{n=K}^{N_s+K-1} A_{mn} Vfb(i-n) + \sum_{n=0}^{N_s+K-1} B_{mn} Tref(i-n)$$

$Vfb(i-n)$ 、 $Tref(i-n)$ は n サンプル遅れた速度信号およびトルク指令、 A_{mn} 、 B_{mn} は予め求められる予測定数である。

本発明は、上記により推定された速度信号 $CVfb(i)$ を、図2に示した”速度予測”の部分にのみ利用した。

■効果: 本発明を用いない場合に比べて速度比例ゲインを約 1.5 倍に大きくすることができた。図3・図4に、1軸スライダの位置決め応答に利用した結果を示す。図3から本発明を用いた方が位置決め時間が短くなることわかる。さらに図4から、位置決め停止後に外乱が入った場合でも、本発明を用いた方が位置誤差を小さくできることわかる。

アピールポイント

本発明はモータ速度信号を予測して速度制御に利用することで、制御ゲインを大きくできるため、高速・高精度応答を実現可能である。

本発明は速度制御機能を持つモータ(回転型、リニアなど)の駆動装置にソフトウェアとして適用でき、さらなる高速・高精度応答が期待できる。

産学連携のご案内

本発明は、ソフトウェアとして組み込み可能であり、その駆動装置の速度制御系におけるむだ時間が既知の場合は、簡単な計算式で実現可能であり、産業応用範囲は非常に広い。(図5)

【研究者略歴】

1988年(株)安川電機入社。メカトロニクス機器を高速・高精度に駆動するための制御則の研究開発に従事し、2004年から九州産業大学に勤務。主な受賞歴: 2008年 福岡県支部長賞(発明協会)等

図1 むだ時間の有無による応答比較例

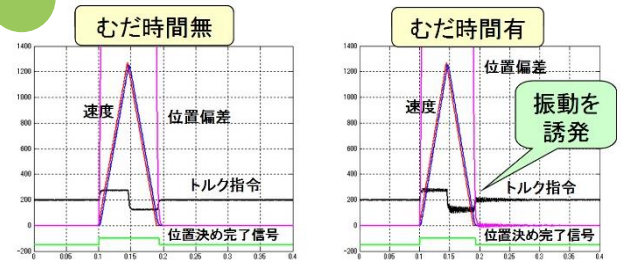


図2 速度予測を利用したブロック線図

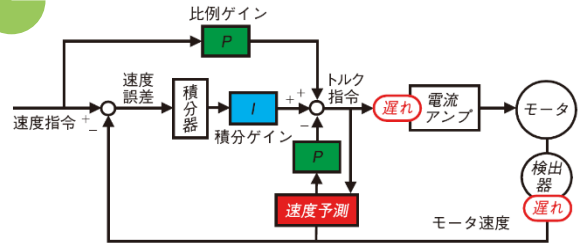


図3 位置決め応答結果

(Pe1 は本発明を用いない位置誤差、Pe2 は本発明を用いた位置誤差であり、位置決め時間が5ms短縮している)
図4、図5は位置決め停止後に外乱 T_{dis} が入った場合の位置誤差 Pe を示している。

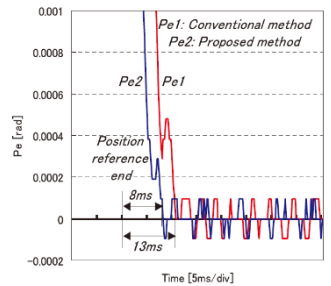


図4 外乱応答

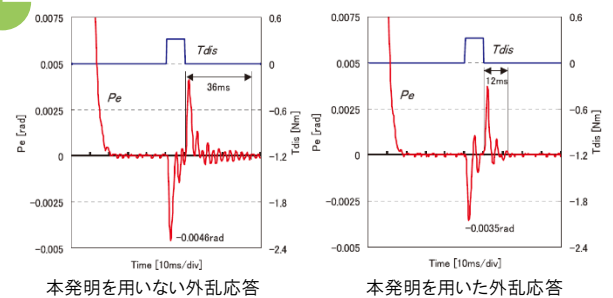
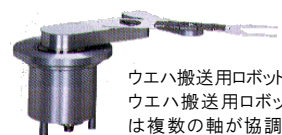


図5 期待できる産業応用例



AC サーボモータとその駆動装置
本発明は速度制御機能を持つモータの駆動装置にソフトウェアとして汎用的に利用でき、さらなる高速・高精度応答が期待できる。



ウエハ搬送用ロボット
ウエハ搬送用ロボットは複数の軸が協調しながらひとつの動作を実現している。本発明を用いることで各軸の制御ゲインを大幅に大きくできるため、指令に対する追従性が改善され、スムーズかつ高速な搬送動作が期待できる。