

「PMAC Quick Reference 日本語版 Ver1.0」をもとに検討しました。限定した調査であるため全貌を正確に判断したものではありません。あくまで参考としてご覧下さい。

1 PMACのメリット

速度ループ制御をPMAC自身に取り込めるため、基礎研究向けには有利な面もあります。条件によっては、 $60\mu\text{sec}$ 程度で制御可能で、多軸制御に積極的に速度ループ制御を取り込む応用には効果的です。ただ、その関係で、サーボアンプへの指令は、アナログ信号かPWM信号となります。

2 PMACの懸案事項

2-1 サーボアンプへの指令がアナログかPWM

(1) アナログ信号の場合の問題点

- ノイズの影響を受けやすく、配線長に制限。
対策としてフィルター回路やサンプリングの平滑化などを行うと、遅延で速度ループの応答性が下がる。
- ダイナミックレンジが小さい。せいぜい16bit程度で、細かい指令ができない。
- サーボアンプでのアナログ入力遅延（一般にサンプリングが $100\sim 200\mu\text{sec}$ ）で速度ループ制御の性能が上がらない。
- サーボアンプの選定が限定的。（アナログトルク指令型は市販品では少数）
その結果、サーボアンプの入手面やコスト面が不利。
- 最新の市販サーボの性能を活用できない。
安川電機Σサーボの例
速度ループ制御 : $62.5\mu\text{sec}$
速度ダイナミックレンジ : 事実上の限界なし(32bit)

(2) PWM信号の場合の問題点

- ノイズの影響が致命的。（サーボの出力トランジスタが誤動作すると致命的）
- ダイナミックレンジが小さい。
例 PWM信号を5kHz（周期： $200\mu\text{sec}$ ）程度と仮定します。
信号の伝達精度から約 $0.1\mu\text{sec}$ 単位（11bitレンジ）ぐらいが限界です。
サーボアンプの出力段トランジスタのスイッチング（数kHz～十数kHz）や遅延時間（数～数十 μsec ）もあり、PWM信号の伝達には、自ずと限界があります。
- サーボの入手・コスト面など、アナログ以上に致命的です。

2-2 エンコーダフィードバックのppsの限界

- 市販エンコーダの検出単位（量子化単位）の限界
通常のFBパルス（A/B相信号）は、電気的特性から10Mpps程度が限界です。
そのため、微細な単位では高速動作が困難です。
例 10Mppsが上限として
 $1p = 0.1\mu\text{m}$ の場合 $10\text{Mpps} = 1\text{m}/\text{sec}$
 $1p = 0.01\mu\text{m}$ の場合 $10\text{Mpps} = 0.1\text{m}/\text{sec}$
- 速度ループ制御の単位は、位置ループの単位より、10倍程度の細やかさが必要です。
安定した速度ループ制御のためには、さらに限界が一桁下がります。
例 10Mppsが上限として
位置制御の基本単位： $0.1\mu\text{m}$ / 速度制御の単位： $0.01\mu\text{m}$ とする場合
速度10Mpps = $0.01\text{m}/\text{sec}$ (10mm/sec)となります。

3 MECHATROLINK サーボの場合（参考）

最新のサーボでは、シリアルエンコーダ方式で量子化単位をnm単位まで微細化しています。

■ 20bitシリアルエンコーダ(100万パルス)

10mmボールネジ直結： $10\text{mm}/1048676p = 9.5\text{nm}/p$ 単位

■ 速度指令のレンジ 1GPPS(10の9乗 pps)

$1p = 1\text{nm}$ で $1\text{m}/\text{sec}$ $1p = 10\text{nm}$ で $10\text{m}/\text{sec}$ が可能。

■ シリアルエンコーダの周期とMECHATROLINK周期が同期（整数倍）

指令・内部処理・エンコーダ検出が同期制御になっている事は非常に重要なポイント。

4 テクノ「オープンMC」の考え方

サーボ・PC・PLC・ネットワークなどの周辺技術は、汎用で高性能なものをうまく活用することが重要と考えます。とくに、サーボは、マイコン・パワーデバイス・モータ自身などの性能向上で、大きく進歩しました。その上、シリアルエンコーダの高密度化やMECHATROLINKなどの通信技術も飛躍的に発展しています。それらを最大限に活用して、機能・性能・コストすべての面で最善の結果を導き出すのが、オープンMCの役割と考えています。