

DSPによる二重倒立振子の制御

小田原 幸生
機械電子部

Control of the Double Inverted Pendulum Using a DSP Processor

Yukio ODAWARA
Mechanics & Electronics Division

1. 緒 言

1993年に当センターでパソコン(PC-9801RX)を用い比例制御により直列型二重倒立振子の制御システムの構築と制御試験を実施した。この制御プログラムはC言語による150行ほどの小さいものであるが、汎用マイコンを用いた制御に応用するには計算速度が遅く困難であった。

一昨年(1995年)、固定小数点DSP(TMS320C50)を搭載した評価用ボード(DSK)とプログラム開発ツールが低価格でテキサスインスツルメンツ社から発売された。³⁾ DSP(Digital Signal Processor)は高速デジタル信号処理を実現するマイクロプロセッサで、音声や映像の信号処理、パワー・エレクトロニクス、ロボット制御その他さまざまな応用が展開されている。そこで、DSP応用に関する調査のため、DSPを用い前回と同じ方法で二重倒立振子の制御試験を行った。

2. 制御システムについて

制御システムの概要をFig. 1に示す。制御プログラム

は線形デジタル制御の状態フィードバックに基づく。フィードバック係数は極配置法によって求めた。^{1) 2)}

前回は、制御プログラムの開発と実行はパソコンによった。今回はプログラム開発とデバッグの操作はパソコンによったが、制御の実行はデバッガでオブジェクト・プログラムをDSPにロードした後、DSPにより実行した。

(拡張した多チャンネル高速A/D変換器について付録に記述する。)

3. 試験結果及び考察

今回の目標は前回パソコンで実施した安定化制御と同等の性能を得ることであったが、僅かに及ばないながらも、安定した制御を実現できた。この原因として①プログラムを簡単な固定小数点演算で組んだため扱う数値の丸め誤差が大きくなったこと、②A/D変換器の拡張を手配線で行ったためノイズの影響を受けたことが考えられる。

今回の調査研究により高速デジタル信号処理のためDSPが低コストで容易に導入できることが確認できた。

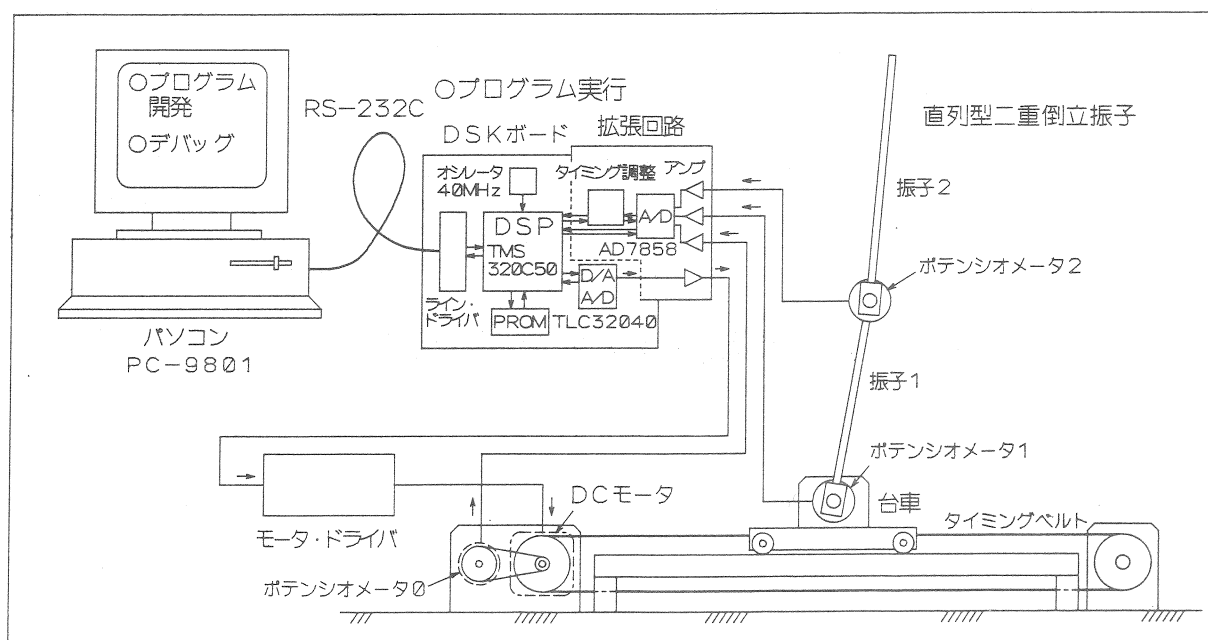


Fig. 1 二重倒立振子制御システムの概要

参考文献

- 1) 小田原 幸生：平成5年度研究報告 P. 74~76
- 2) 雨宮好文, 末松良一：機械制御入門, 1988. 3 発行, (オム社)

- 3) 山下 篤彦：“DSK (DSP スタータ・キット) のハードウェア拡張と操作の実際”, トランジスタ技術, 1996. 1 (P. 315-338), 同. 2 (P. 307-328), 同. 3 (P. 379-387)

＜付録＞

アナログ入力回路の拡張と関連事項

DSKボードのAIC (TLC32040) は音声帯域用 14 ビットA/D変換器を2チャンネル, 14 ビットD/A変換器を1チャンネル持つが, 二重倒立振子の制御ではA/D変換器が1つ不足するので8チャンネル 12 ビットA/D変換器 (AD7858L アナログ・デバイゼ社) を増設した. 拡張回路の回路図を Fig. A-1 に示す.

拡張回路は, AD7858L とDSP (TDMシリアル・ポー

ト) との通信タイミングの調整回路, 商用電源からの誘導ノイズの影響を無くするために 60 (Hz) 毎に位置データをサンプリングする割り込み処理の信号発生 (回路では 120Hz) などから成る.

A/D変換はコマンドで開始し, 終了は割り込信号 (BUSY) で検知する. 3チャンネル分の位置データを取得するのに約 170 μ秒を要すが, 制御的には十分に短い時間である. アクセス・フローチャートを Fig. A-2 に示す.

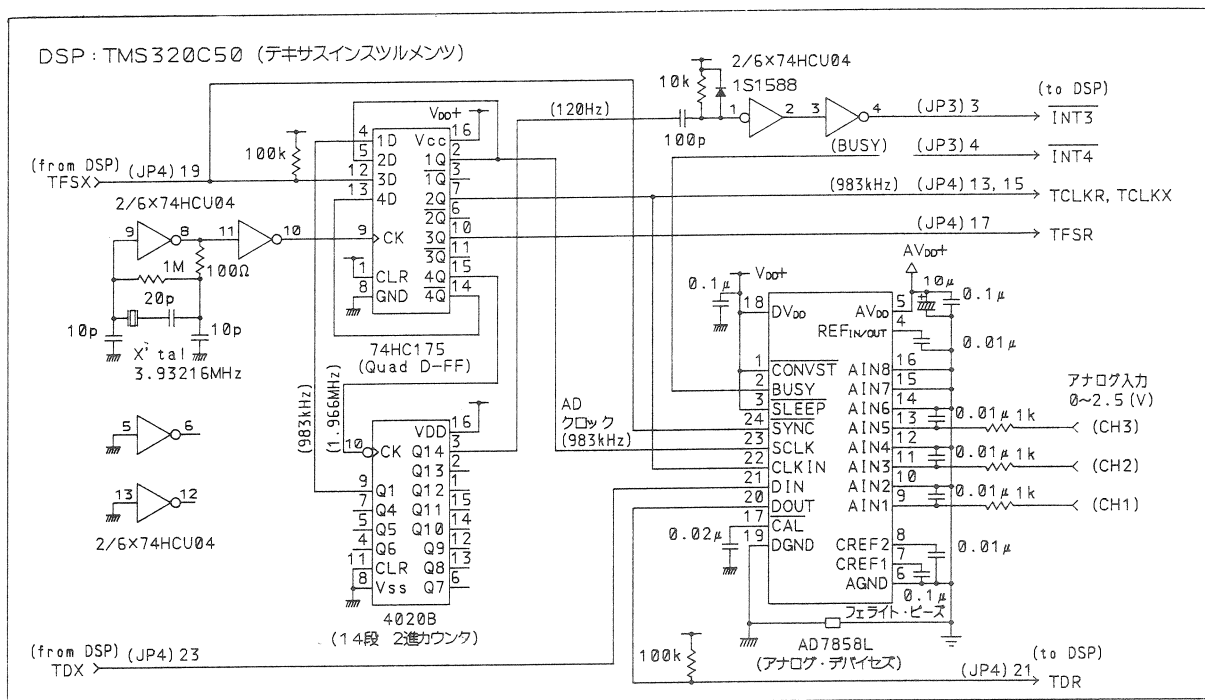
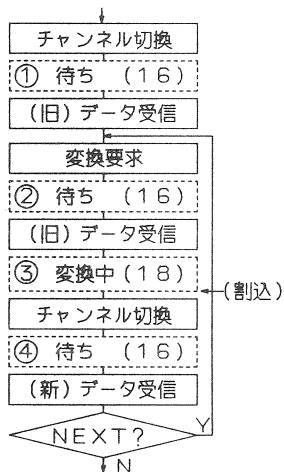


Fig. A-1 A/D変換器の増設とDSPとのインターフェース



() 内: A/Dクロック数

Fig. A-2 AD7858Lアクセス・フローチャート

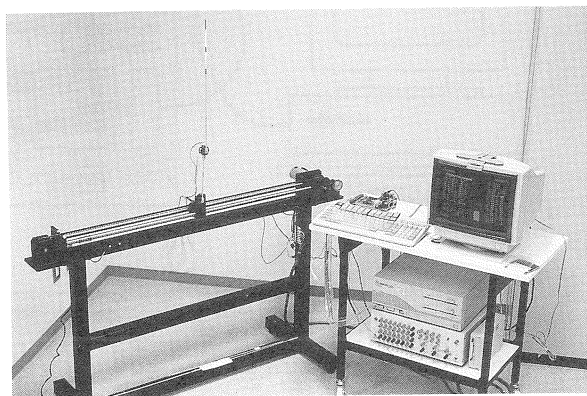


Fig. A-3 二重倒立振子試験装置写真