

# 加工データ計測処理システムの製作

—解析ソフトウェアの制作—

菊池 誠\* 小石川 勝男\*

## 1. 緒言

製造業において労働力の確保は年々難しくなっているが、製品の品質や量産への要求は益々厳しくなっている。このため中小企業には、コスト、効率の観点から、生産工程の自動化が要求されている。

しかし、現状では材料加工工程などの自動化が難しく、要求は満たされていない。この工程を自動化する試み ) は現在も行われているが、材料加工の現象を解析することが難しく、客観的で安定した資料が得られないため、実用になった例は少ないと言える。現象を解析するために最低限必要なことは、現象と共に発生する物理量を客観的に安定して計測し、理想的な処理をした後、正確に記録することと考えられている。

現在、主流を占めている多くのシステムも、この思想に基づき、正確な時間スケールを内蔵したデジタル計測系とデジタルプロセッシング、デジタル記録系から構成されている。

ここでは、市販のデジタル計測系、コンピュータを使用し、計測した複数のデータを、フロッピーベースで記録し、ユーザーが自由にデータを処理できるソフトウェアの制作を試みたので報告する。

以下このシステムをDIIPSと呼ぶCDIPSは、市販のデータレコーダ(横河電気(株)3655E)の基本機能をパーソナルコンピュータ(日本電気(株)PC9801VX)上で実行されるソフトウェアで拡張するシステムであり、主に計測系、データ処理系、記録系から構成されている。

## 2. DIIPSの計測系

表1 計測系の主な仕様<sup>2)</sup>

現在市場にある加工データ計測システムは、その使用目的によって仕様が限定されており、安価で万能なシステムは少ないと言える。計測系の場合、主な性能は、採取速度(Hz)、記憶

最高サンプリング周波数	50kHz
チャンネル数	4
データ数	32kword
分解能	14bit
時間軸精度	±0.02%

可能なデータ数(word)、1データの当たり使用する情報量(bit)、チャンネル数で規定できる。他には、アナログ系の仕様や、サンプリング方式などがある。DIIPSの計測系は、表1に示すように一般的なものを採用した。このため量子化には次のような点に注意をした。

計測系のサンプル周波数は50kHzであるため、最高周波数成分20kHz以内の信号に対しては、前段に遮断周波数30kHz、減衰傾度24dB/octのLPFと遮断周波数20kHz、減衰傾度120dB/octのLPFをカスケード結合したものを挿入し、析り返し雑音を防止している。また、最高周波数成分2kHz以内の信号に対しては、前段に遮断周波数5kHz、減衰傾度120dB/octのL

\*機械金属部

P Fのみ挿入し，サンプル周波数 50 k H z でオーバーサンプリングしている。

### 3 . D I S P の信号処理系

信号処理系は，データレコーダに登載されている信号処理系と図 1（次頁参照）に示されるソフトウェアによる処理系で構成した。前者には，四則演算，D F T（離散フーリエ変換）を基本とする周波数領域での処理，後者には，波形の一部を自由に拡大可能なズームング，波形を構成する周波数帯域を自由に取出すことができるデジタルフィルタ，ユーザー定義処理，フロッピーディスクベースでの記録，大別するとこのような構成になっている。ここでは，後者のソフトウェアの主な構成について説明する。

#### 3 . 1 エラー処理と各種検査

D I P S では，ソフトウェアの操作ミスから起こるデータの消滅を防止するため，エラー発生時にメッセージを表示し，待避ルーチンに実行を移す機能を採用している。さらに，フロッピーディスクの状態や記憶容量不足などを検査する機能も採用している。

#### 3 . 2 マンマシンインターフェイス

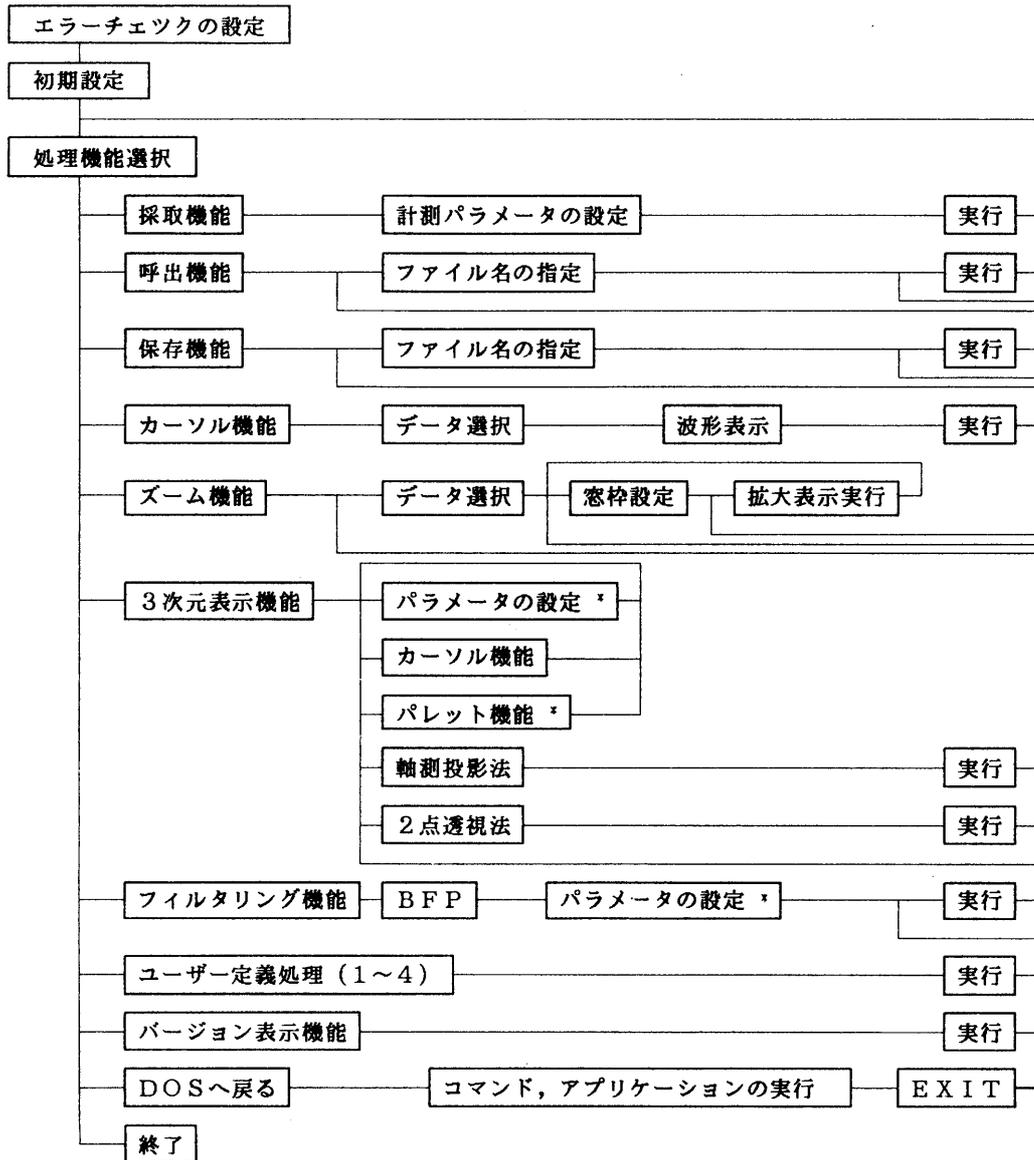
D I P S では，ポップアップメニューを採用し殆どの機能はカーソル移動とテンキーによる数値入力力で操作でき，数値入力時には，値の範囲，他の変数との関係など値の適正をチェックしている（ユーザー定義関数は対象外）。さらに，ズームング時の倍率，範囲の指定は，窓枠の大きさが自由に変更できるウインドウを採用した。

#### 3 . 3 採取，呼出，保存等の基本処理

計測系で採取された 4 チャンネル分のデータは，G P I B インタ - フェ - スで処理系に送られ，それぞれ指定された 4 つのバッファに格納できる。システム起動時には，これらのバッファのデータを利用でき，各処理を実行することができる。終了時には，データをフロッピーディスクに格納し，再起動時には必要なデータを各バッファに格納する。

#### 3 . 4 フィルタリング，ユーザー定義処理

フィルタは，2 次フィルタを離散型状態空間法で構成したものを一単位とし，複数のデジタルフィルタをカスケード結合することで，減衰傾度，遮断周波数を段階的に変えられる L P F ， B P F ， H P F とした。ユーザー定義処理は，ドリル加工時の切削抵抗を 3 次元で表現するものを構成した。その他定義例として，切削動力計（機械加工時の抵抗力を計測する装置）で発生するクロストーク除去処理，対比用パイロット信号の発生，G P I B プロッタの制御，実測信号を入力とするシミュレーションなどがある。さらに，カラーパレット設定機能が用意されており，3 次元表示時の色設定を容易に行うことができ，1 チャンネルに限定して情報の変化を色の変化として表現することもできる。



\* 数値入力時には、「Q」キーで **処理機能選択** に戻る。

図1 ソフトウェアの構成

4. 使用例 3)

4.1 小径ドリル振れ回りの可視化

図 2 は、小径穴加工時にドリルが振れる力を、時間の経過と共に表現したものである。この図は材料内部から、穴の入り口を見上げた様子であり、ドリル送りを一定と仮定すれば、時間は加工穴の深さに対応している。

生データをこのような方法で直接可視化するとドリルの振れ回りは、切削時のドリルのねじれ振動と高周波ノイズによって埋もれてしまう。従って、可視化するには、目的の信号をフィルタリングで予め取り出す必要がある。

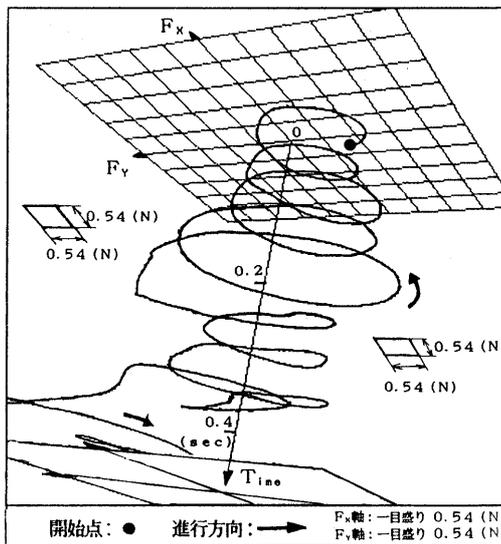


図 2 小径ドリルの振れ回り

4.2 フィルタリング

図 3 にデジタルフィルタの周波数特性を示す。一般に、フィルタをカスケード結合すると低域遮断周波数は高域に、高域遮断周波数は低域にシフトする。DIPSでは、この仕様とのズレを防止するため結合段数に応じて一段ごとの周波数領域におけるデジタルフィルタの形を、結合後の形が仕様

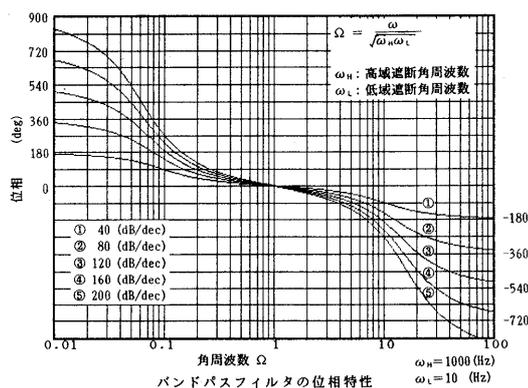
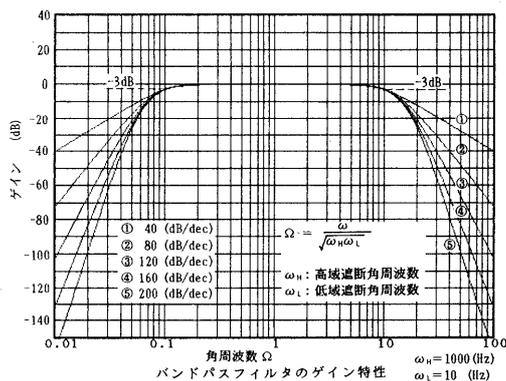


図 3 フィルタの周波数特性

合うように僅かに整形し直している。

4.3 クロストーク除去処理

クロストーク 4) とは、主に音響、通信等の分野で問題とされる現象で、近接する複数の信号が伝達路間で相互に影響し合うことをいう。今回は、加工中の抵抗

表 2 クロストーク除去処理例

チャンネル	真値	測定値	推定値
1	0	0.004	0
2	0	-0.001	0
3	1.0	1.000	1.0003
4	0	-0.008	0

力を計る切削動力計におけるクロストークを対象とした。表 2 に示す各チャンネルの真値はクロストークにより測定値のように乱れている。この測定値からクロストーク除去処理によって真値に近い推定値を得ることができる。

#### 4.4 実測値によるシミュレーション

実際のデータを、初期条件や境界条件として取り込みシミュレーションを行った例を図 4 に示す。このシミュレーションは、マイスナー効果（超伝導状態において材料が外部からの侵入磁束を完全に排除しようとする性質）により支えられた平板が上下に制約を受け、さらに外力を受け振動した場合の挙動を、質量 4g（図 4（b））と 128g（図 4（c））の場合について示している。

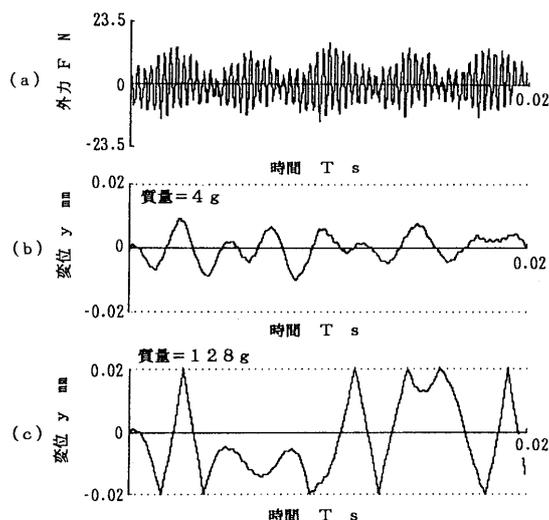


図 4 振動シミュレーション

## 5. 結 言

計測処理システムは、用途により性能、価格様々であるが、今回は機械加工時に発生する信号に対して、計測性能を可能な限り損なわずに長時間現象を記録処理できる「加工データ計測処理システム」を制作した。このシステムは、既製の処理に拘束されがちな機械加工分野の計測処理において、特異な処理を可能とするシステムにも関わらず、安価で十分な計測性能を備えている。しかし、チャンネル数や記憶容量、処理速度の不足などハードウェアに拘束される課題が残る。

#### 参考文献

- 1) 小石川, 菊池 : 小径ドリルの折損検出について, 精密工学会秋季講論集, 803 / 804 (1989)
- 2) 横河電機(株) : Mode 13655 E Instruction Manual, 2nd Edition, (1986)
- 3) 菊池 : D I P S 取扱い説明書, (1989), 茨城県工業技術センター内在
- 4) キスラー(株) : 切削動力計データシート, Type 9273