

DSPとその応用

国際航業（株）関西本社 正会員 新居忠彦

1、まえがき

本文は、“話題の技術の活用”と言うより、紹介と言う意味合いのものである。DSPつまりデジタル信号処理とは、時間系で列んでいるデジタル・データをデジタル・コンピュータやデジタル集積回路を使い代数的演算でアナログ信号を処理する方式である。従って、アナログ信号をデジタル信号に変換する時の問題、信号の解析と離散時間システム、デジタル・フィルター、適応信号処理、マイクロプロセッサ及びDSPの活用について述べる。

2、信号のデジタル化

コンピュータで処理する為には、アナログ信号をデジタル信号に変換して、デジタル・データとしてコンピュータに入力しなければならない。このデジタル化の為に、標本化の問題と量子化の問題がある。

①標本化とは、アナログ信号 $x(t)$ から T 秒ごとに、その瞬時に於ける値を読み取ることである。その過程は理想的な標本過程 $\{x(nT)\delta(t-nT)\}$ が得られ、 $\delta(t)$ はインパルス関数であり、信号 $x(nT)\delta(t-nT)$ はホールド回路中のコンデンサ C を瞬時に $x(nT)$ [V]に充電する。この標本化の場合、時間間隔は短い程よいが、ハードウェアの能力に限界がある。長くなると、元の信号の復元が困難になる。サンプリング周期が、 $1/2W$ 以下であれば、標本値から元のアナログ信号が復元できることが標本化定理 (sampling theorem) で証明されている。

②量子化とは、標本化により読み取ったアナログ信号 $x(t)$ の $t=nT$ における値を、適当な桁数の数値に変換する事である。

3、信号の解析と離散時間システム

信号の解析としては①ラプラス変換 (Laplace transform) ②フーリエ変換 (Fourier transform) ③離散フーリエ変換の高速化 (Fast discrete Fourier transform) ④ z 変換 (z -transform) がある。

離散時間システムは、

①回路網関数 $H(s) = L[\text{零状態応答}] / L[\text{入力}] = L[\text{インパルス応答}]$

②システム関数 $H(\omega) = F[\text{インパルス応答}] = A(\omega) \exp(j\phi(\omega))$

$A(\omega)$ は振幅特性、 $\phi(\omega)$ は位相特性

③応答関数 $y(t) = \int x(\tau) h(t-\tau) d\tau$

$$y(nT) = \sum x(iT) h\{(i-n)T\}$$

③離散時間伝達関数 $H(z) = Z\{\text{出力信号}\} / Z\{\text{入力信号}\} = \sum a_j z^{-j} / 1 + \sum b_1 z^{-1}$

④離散時間システム関数 $H(\omega) = H(z) | z = \exp(j\omega T) = A(\omega) \exp(j\phi(\omega))$

4、デジタル・フィルタ

デジタル・フィルタは演算記号素子である遅延器、加算器、乗算器から構成され、その利点は ①伝達関数が比較的容易に変更できる。②素子の経済的利用が出来る。③高精度のフィルタが可能。④回路不全による偏差がない。⑤品質の劣化がない。⑥LSI化による小型化、高信頼化、低価格化が可能。他方欠点として、①高速演算を実行させるためには、高いクロック周波数が必要であるが、そのために処理し得るアナログ信号の周波数上限が低い。②比較的高価なAD、DA変換器や制御装置が必要であるから、可変性、多様性を活かす使い方をしないと、低次のフィルタの場合採算が取れず、小型化の効果もあまり期待できない。ディジタル・フィルタの設計法には、インパルス不変法 (impulse invariant method)、双一次変換法 (bilinear transform method)、窓関数法による伝達関数の設計法がある。

5、適応信号処理

適応信号処理 (adaptive signal processing) の基礎として適応ディジタルフィルタがある。これは出力信号 $y(n)$ と目標信号 $d(n)$ の差である誤差信号 $e(n) = d(n) - y(n)$ が小さくなるフィルタ係数が自動的に更新されるもので、非再帰形のトランスバーサル形ディジタルフィルタがある。また最適係数を求める方法として、適応アルゴリズムとして最小2乗アルゴリズム、逐次修正アルゴリズムがある。

6、マイクロプロセッサ及びDSPの応用

騒音を周波数分析する場合、データの数是对象時間が10秒で最低30万個に達する。この場合パソコンで処理するには、非常に時間がかかる。従って、この場合マイクロプロセッサが必要になる。これは、テキサス・インスツルメンツ社のTMS320C30 (32bit)、TMS32020 (16bit) がある。また米モトローラ社には、DSP56000/56001がある。ベクトル指向インストラクションをサポートしFFT/逆FFT実行可能の米Zoran社ZR34161 (VSP) がある。FIRフィルタの実現が容易な、英インモス社のIMSA100/A110がある。日立DSP-E (HD81820/817820)、富士通DSPMB86232、日本電気μPD77C25等がある。DSPの活用には、騒音、振動等の解析で、特に統計工学や確率過程を応用する部門に活用出来る。

—参考文献—

デジタル信号処理の基礎

辻井重男監修

社団法人電子情報通信学会