

第1章 アナログ処理はデジタル処理に置き換えられる!

デジタル信号処理の基礎とDSP これからの使い方

山口 晶大
Akio Yamaguchi

デジタル信号処理に関する特集記事は、本誌に過去何年かにわたりたびたび掲載されてきました。本特集では従来の記事とは少しばかり異なり、取り上げる内容をかなり絞り込んでデジタル信号処理とDSPの基礎について紹介したいと思います。

本章で取り上げるテーマは、

- デジタル信号処理とは何か?
- アナログ処理とデジタル処理の比較
- DSPの過去と現在、これからの使い方

です。「アナログ処理とデジタル処理の比較」の項では、

- 微分回路
- 積分回路
- アクティブ・フィルタ
- 非線型回路

をDSPでどのようにして実現するのかを説明します。

デジタル信号処理とは何か?

● デジタル信号処理＝離散時間信号処理

▶ デジタルに関する誤った解釈

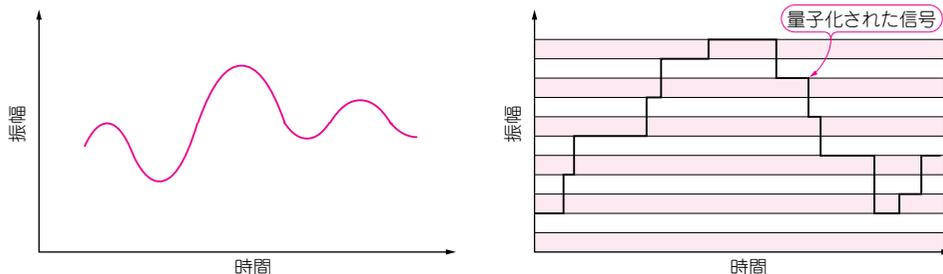
エンジニアの間では日常的に「デジタル」と「アナログ」という言葉が対比して使われていますが、本特集で取り上げるデジタル信号処理の「デジタル」は一般的な語義よりもかなり狭い意味で使っています。

アナログは値が連続的な信号、デジタルは飛び飛びの値(離散的な値)をもった信号として、図1のように説明されることがありますが、ここで取り扱うデジタル信号処理の説明としては正しくありません。

▶ デジタル信号処理は離散時間信号を扱う

アナログ回路で処理するのは連続時間信号(continuous time signal)ですが、デジタル信号処理で取り扱うのは図2に示すような離散時間信号(discrete time signal)です。離散化されているのは信号の値ではなく時間軸です。図2の信号は時間軸(変

〈図1〉アナログ信号のデジタル化に関する誤った説明



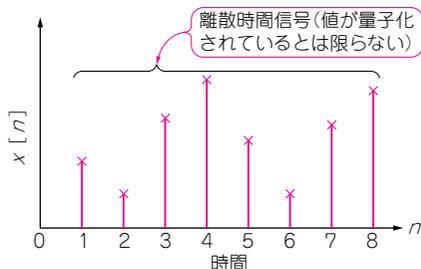
(a) アナログ信号 (連続時間信号)

(b) 量子化したアナログ信号

Keywords

微分, 積分, アクティブ・フィルタ, 非線型回路, discrete time signal, continuous time signal, 離散時間信号, 連続時間信号, digital signal processing, discrete time signal processing, サンプリング定理, フーリエ変換, 逆フーリエ変換, DFT, Discrete Fourier Transform, IDFT, Inverse Discrete Fourier Transform, SPICE, A-D/D-Aコンバータ, メディア・プロセッサ, RISCプロセッサ, Performance Primitives for Intel Architecture, IPP, インテル純正コンパイラ, FPGA, CPLD, 適応フィルタ, オンチップ・キャッシュ, x86系プロセッサ.

〈図2〉 離散時間信号(デジタル信号)の例



数 n 上で離散的にしか定義されていません。

例えば、時刻 $n = 1$ と時刻 $n = 2$ の中間の $n = 1.5$ のときの信号の値は定義されていません。 $n = 1.5$ のときの値が0なのではありません。

一口でいえば、**デジタル信号処理とは、離散時間信号を対象とする信号処理のこと**なのです。

▶ discrete time system という言葉の登場

最近では、誤解を与えやすい「デジタル」, 「アナログ」という単語の代わりに連続時間システム (continuous time system), 離散時間システム (discrete time system) という言葉がたびたび使われます。

図3に示すように英文の教科書ではデジタル信号処理 “digital signal processing” の代わりに離散時間信号処理 “**discrete time signal processing**” を書名とするものが主流です。

本特集では今後、耳慣れたアナログやデジタルという言葉と、連続時間信号/離散時間信号という表記

を特に区別せずに混ぜて使います。

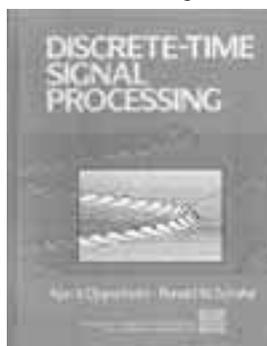
● 量子化はデジタル信号処理の本質ではない

現実世界の連続時間信号をDSPで処理するには、A-Dコンバータを使って信号のサンプリング(時間軸の離散化)を行います。図式的に示すと、図1(a)の連続時間信号を図2の離散時間信号に変換する処理です。

A-Dコンバータの分解能は有限ですから、サンプリングと同時に信号レベルの量子化(日常用語の意味での「デジタル」化)も行われることとなりますが、デジタル信号処理の本質は量子化の有無にかかわりありません。

量子化と有限語長演算(固定小数点演算)にまつわる諸問題は、離散時間信号処理の理論体系の中の一部にすぎないことに注意してください。本記事で紹介するプログラムは、すべて浮動小数点演算なので、有限語長演算に関する話題は取り上げていません。

〈図3〉 OppenheimとSchaferによる定評ある教科書 Discrete-Time Signal Processing



初版の書名は Digital Signal Processing だったが、改版により Discrete-Time Signal Processing に変えられた

〈図4〉 連続時間信号(アナログ)と離散時間信号(デジタル)の関係

