

差分方程式 / ブロック図 / 伝達関数 / 周波数特性

三上 直樹

デジタル・フィルタと一口に言っても、実際にはいろいろなフィルタがあります。本章以降で扱うデジタル・フィルタは、周波数選択性のある電気回路^{注1}に相当するシステムです。これをプログラムなどのデジタル的な手段により実現するものに限定します^{注2}。

このようなシステムは、線形であり時不変であるという特徴をもっているため、線形時不変システムとも呼ばれます。しかし、取りあえずは線形とか時不変ということは、頭に入っていないくても何も問題はありませ^{注3}。

本章では、最初にデジタル・フィルタで行っている処理のイメージについて説明します。その後、デジタル・フィルタを扱う上で必要となる、差分方程式、ブロック図、伝達関数、周波数特性などといった基本的な事柄について説明します。

デジタル・フィルタで行う処理のイメージ

簡単なデジタル・フィルタの例を図1に示します。

まず、 $n=k$ を現在の時刻とします。現在の出力信号 $y[k]$ は、次に示す2つの値の和として計算されます。

- 現在の入力信号 $x[k]$ に係数 b を乗算した値
- 標本化間隔1つだけ過去に計算された出力信号 $y[k-1]$ に係数 a を乗算した値

このような処理を、

$$n = \dots, k-1, k, k+1, k+2, \dots$$

に対して次々に行います。これが、図1のデジタル・フィルタで行われる処理です。

この計算で使う、 a 、 b は乗算器の乗数でありフィルタの係数とも呼ばれます。これらの係数の値によってフィルタの特性が決まります。フィルタの係数は、一定の値ではなく時間とともに変化しても構わない^{注4}のですが、扱う上でいろいろとやっかになります。そのため、本特集ではこれらの係数の値は一定、つまり定数であるものとして扱います^{注5}。

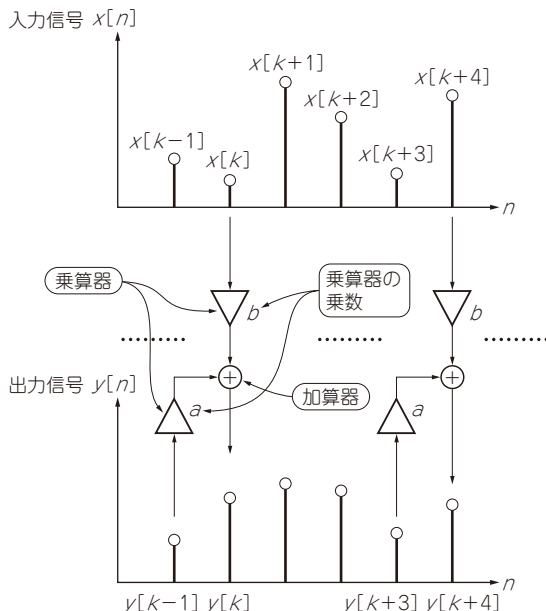


図1 簡単なデジタル・フィルタで行う処理の例 (a 、 b は乗算器の乗数であり、フィルタの特性に関する) 時刻が $n=k$ における計算を行っている様子を表している。この計算を標本化間隔で次々とする

注1: 周波数選択性のある電気回路とは、例えば、ある周波数成分はよく通すが、別な周波数成分は通しにくい特性を持つ回路です。

注2: 入力信号によって特性が変化する適応フィルタもありますが、そのようなフィルタは、ここでは扱いません。

注3: 通常、専門書などでは、その書物の最初の方で線形や時不変の定義を式で示しているケースが多いようです。本特集では、あえてそのようなスタイルは取っていません。このあたりのことは、本特集でデジタル・フィルタがどういうものであるかが実感できてから、必要に応じて専門書で学べば十分であると筆者は考えています。

注4: これらの乗数が時間とともに変化する場合、通常の意味での周波数特性を考えることはできません。

注5: このようなフィルタを時不変であると言います。