ディジタルフィルタ filter.c

遅延演算子を z^{-1} で表す．アナログフィルタにおける微分演算子 s とディジタルフィルタにおける遅延演算子 z^{-1} の関係は,

$$s = \frac{2}{T}\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}} \tag{1}$$

で与えられる．ここで，T はサンプリング時間を表す．したがって，アナログフィルタ $G(s)$ と等価なデジタルフィルタは,

$$G[z^{-1}] = G\left(\frac{2}{T}\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}\right) \tag{2}$$

である．ディジタルフィルタの入力を $x[k] = x(kT)$ $(k = 0, 1, 2, \cdots)$，出力を $y[k] = y(kT)$ $(k = 0, 1, 2, \cdots)$ とすると，入出力関係

$$y[k] = G[z^{-1}]x[k] \tag{3}$$

が成り立つ.

微分フィルタ differential

微分フィルタ s に (1) 式を代入し，入出力関係を求めると,

$$y[k] = \frac{2}{T}\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}x[k].$$

ここで $z^{-1}x[k] = x[k-1]$，$z^{-1}y[k] = y[k-1]$ に注意すると，上式より

$$y[k] + y[k-1] = \frac{2}{T}(x[k] - x[k-1]).$$

となる．これよりディジタル微分フィルタを表す漸化式

$$y[k] = \frac{2}{T}(x[k] - x[k-1]) - y[k-1] \tag{4}$$

が得られる.

```
extern void differential(int num, double *inp, double *outp,
                         double sampling)
```

num	:	データ数
*inp	:	入力配列
*outp	:	出力配列
sampling	:	サンプリング時間

ローパスフィルタ lowpass

ローパスフィルタ

$$\frac{\omega^2}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2)}$$

に (1) 式を代入し，漸化式を求めると，

$$y[k] = \frac{(\omega T)^2(x[k] + 2x[k-1] + x[k-2]) - c_1 y[k-1] - c_2 y[k-2]}{c_0} \quad (5)$$

が得られる．ここで

$$\begin{aligned} c_0 &= 4 + 4\zeta(\omega T) + (\omega T)^2 \\ c_1 &= -8 + 2(\omega T)^2 \\ c_2 &= 4 - 4\zeta(\omega T) + (\omega T)^2 \end{aligned}$$

である．アナログフィルタにおけるカットオフ角周波数を ω_{cutoff} とすると，ディジタルフィルタにおけるカットオフ角周波数 ω は,

$$\omega = \frac{2}{T} atan2(\omega_{cutoff} T, 2); \quad (6)$$

で求めることができる．なお，カットオフ角周波数 ω_{cutoff} は，カットオフ周波数の 2π 倍に一致する．

```
extern void lowpass(int num, double *inp, double *outp,
                    double sampling,
                    double cutofffreq, double zeta)
```

num	:	データ数
*inp	:	入力配列
*outp	:	出力配列
sampling	:	サンプリング時間
cutofffreq	:	カットオフ周波数
zeta	:	減衰率