インパルス応答が$h(n)$であるシステムの出力信号の計算方法

1．畳み込み和による計算　＜過渡応答＋定常応答＞

入力信号$x(n)$は任意波形

$$y(n)=\sum_{k=0}^{N-1}h(k)x(n-k)$$

出力信号$y(n)$＝過渡応答＋定常応答

1

2．周波数特性による計算　＜定常応答のみ＞

入力信号$x(n)$は正弦波形

周波数特性 $H\left(e^{j\omega}\right)=\sum_{n=0}^{N-1}h(n)e^{-j\omega nT}$

極形式 $H\left(e^{j\omega}\right)=|H(e^{j\omega})|e^{j\theta(\omega)}$

振幅 $=\left|H\left(e^{j\omega}\right)\right|$，　位相 $=\theta(\omega)$

入力信号（正弦波形）

$$x(n)=a\cos(\omega_1 nT+\phi_1)$$

出力信号（正弦波形）

$$y(n)=a|H(e^{j\omega_1})|\cos(\omega_1 nT+\phi_1+\theta(\omega_1))$$

入力信号の振幅，位相が周波数特性の$\omega_1(f_1)$における値$|H(e^{j\omega_1})|$，$\theta(\omega_1)$だけ変化する.

2

3．フーリエ変換の積による計算　＜畳み込み和と同じ＞

入力信号$x(n)$は任意波形

フーリエ変換 $X\left(e^{j\omega}\right)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)e^{-j\omega nT}$

フーリエ変換 $H\left(e^{j\omega}\right)=\sum_{n=0}^{N-1}h(n)e^{-j\omega nT}$

積 $Y\left(e^{j\omega}\right)=H\left(e^{j\omega}\right)X\left(e^{j\omega}\right)$

逆フーリエ変換 $y(n)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}Y\left(e^{j\omega}\right)e^{j\omega nT}\,d\omega T$

$x(n)$に含まれる$\omega_1(f_1)$成分の振幅が$|H(e^{j\omega_1})|$倍され，位相が$\theta(\omega_1)$だけ増加する.

$$H\left(e^{j\omega}\right)=|H(e^{j\omega})|e^{j\theta(\omega)}$$

3

Excelの計算プログラム

1．畳み込み和による計算
kit_dsp_conv-1.xlsx

2．周波数特性による計算
フーリエ変換の計算　kit_dsp_Fourier.xlsx
出力信号の計算　kit_dsp_conv-3.xlsx

3．フーリエ変換の積による計算
kit_dsp_FT-IFT.xlsx

＜Sheetの説明＞

（xX） $x(n)\rightarrow X(e^{j\omega})$，　（hH） $h(n)\rightarrow H(e^{j\omega})$

（YHX）$Y\left(e^{j\omega}\right)=H\left(e^{j\omega}\right)X\left(e^{j\omega}\right)$，　（Yy） $Y\left(e^{j\omega}\right)\rightarrow y(n)$

4