

Signal and systems intro, classification of signals

정주안

2025년 8월 17일

개념

1 신호와 시스템

- 신호(Signal): functions or sequences containing information
(funtions \rightarrow C-T signals, sequences \rightarrow D-T signals)
- 시스템(System): relationship of signals
(producing signals(output) in response to signals)

2 C-T/D-T Signals

- 이 과목에서는 단일 독립변수(주로 시간)에 대한 신호만을 다룬다.
- Continuous time (C-T) Signals(연속 시간 신호)
독립변수가 연속인 신호이다.
 $t \in \mathbb{R}, \quad x(t) \in \mathbb{R}$
ex) 물리적 신호 (회로의 전압, 전류)
- Discrete time (D-T) Signals (이산 시간 신호)
독립변수가 이산(integer)
 $n \in \mathbb{Z}, \quad x[n] \in \mathbb{R}$
ex) C-T 신호를 시간 간격 T로 샘플링 $x[n] = x(nT)$
- Digital Signals
the independent and dependent variables are both integer
 $x[n]$ 도 정수화하는 것, 컴퓨터에서의 계산을 위함(due to finite length)
- often convenient to consider complex signals
(range = set of complex numbers)

3 Power and energy

- 신호의 파워와 에너지는 다음과 같이 계산함.
- 파워와 에너지에 따라 Energy signals와 Power signals로 구분할 수 있음.

- Definitions of energy and power

- Instantaneous power

$$|x(t)|^2 \quad (|x[n]|^2)$$

- Energy over the time interval $t_1 \leq t \leq t_2$ ($n_1 \leq n \leq n_2$)

$$\int_{t_1}^{t_2} |x(t)|^2 dt \quad \left(\sum_{n=n_1}^{n_2} |x[n]|^2 \right)$$

- Average power over the time interval $t_1 \leq t \leq t_2$ ($n_1 \leq n \leq n_2$)

$$\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} |x(t)|^2 dt \quad \left(\frac{1}{n_2 - n_1 + 1} \sum_{n=n_1}^{n_2} |x[n]|^2 \right)$$

- Total energy

$$E_\infty = \lim_{T \rightarrow \infty} \int_{-T}^T |x(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$$

$$\left(E_\infty = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=-N}^N |x[n]|^2 = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]|^2 \right)$$

Total energy may not exist (i.e. $E_\infty = \infty$)

- Average power (average power over an infinite interval)

$$P_\infty = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T |x(t)|^2 dt \quad \left(P_\infty = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=-N}^N |x[n]|^2 \right)$$

- Energy signals and power signals

- Energy signals = signals with finite total energy (i.e. $E_\infty < \infty$)

$$\Rightarrow P_\infty = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{E_\infty}{2T} = 0$$

- Power signals = signals with finite average power (i.e. $P_\infty < \infty$)

$$\Rightarrow P_\infty > 0 \rightarrow E_\infty = \infty$$

- \exists Signals for which $P_\infty = \infty$ and $E_\infty = \infty$

$$\text{e.g.) } x(t) = t$$