

# 從信號與系統到控制

單元：系統元素性質 - 5

系統性質 - 穩定性

授課老師：連 豐 力

# 單元學習目標與大綱

- 瞭解系統的性質：
  - 非記憶性
  - 可逆性
  - 因果性
  - 穩定性
  - 非時變
  - 線性

# 系統的穩定性

- 穩定的系統 (Stable) 的定義 (Definition)
- 輸入該系統的微小的輸入信號，  
並不會產生發散的輸出信號。
- 也就是：
- 針對每一個有限數值的輸入信號，  
所產生的輸出信號，也是有限數值的函數。

# 系統的穩定性 – 離散時間

- 針對每一個有限數值的輸入信號，  
所產生的輸出信號，也是有限數值的函數。



$$|x[n]| < B \quad \text{for all } n \quad \rightarrow \quad |y[n]| < M \quad \text{for all } n$$

# 系統的穩定性 – 連續時間

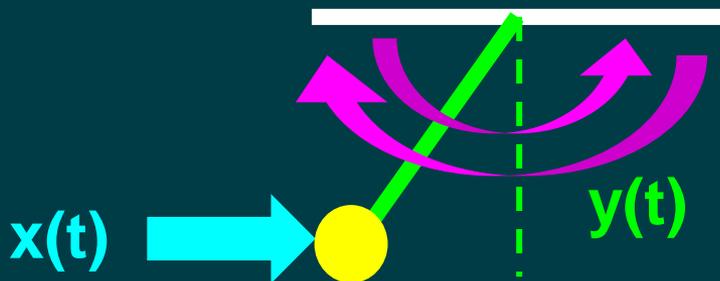
- 針對每一個有限數值的輸入信號，  
所產生的輸出信號，也是有限數值的函數。



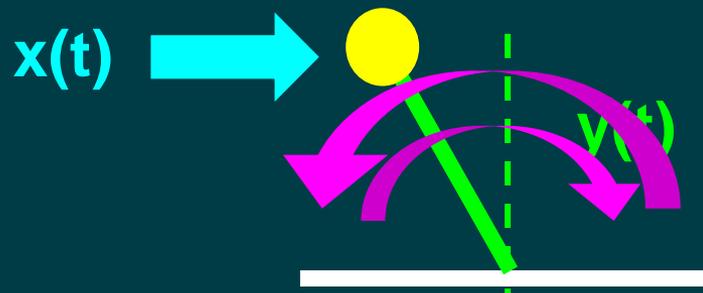
$$|x(t)| < B \quad \text{for all } t \quad \rightarrow \quad |y(t)| < M \quad \text{for all } t$$

# 系統的穩定性 – 連續時間

- 舉例來說：下面兩個系統：
- 輸入是推力，輸出是與垂直線的夾角



穩定的系統



不穩定的系統

# 系統的穩定性 – 離散時間

- 另外一個例子：：銀行內的帳戶總金額：

$$y[n] = 1.05 y[n-1] + x[n]$$

- 如果每天僅存 100 元，
- 當時間趨近無限大的時候，
- 銀行內的帳戶總金額也會趨近無限大，
- 所以，是一個不穩定的系統。

# 系統的穩定性

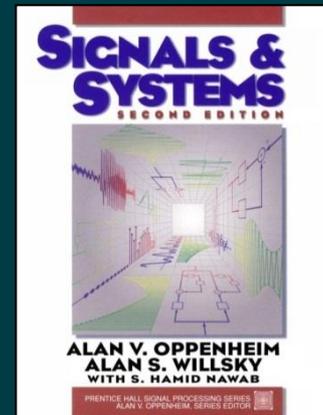
- 總結來說：
- 針對每一個有限數值的輸入信號，  
所產生的輸出信號，也是有限數值的函數。



$$|x| < B \quad \text{for all time} \quad \rightarrow \quad |y| < M \quad \text{for all time}$$

# 參考文獻

- Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, S. Hamid, **Signals & Systems**, Prentice Hall, 2nd Edition, 1997



- **SciLab:**  
Open source software for numerical computation  
<http://www.scilab.org/>