機器學習 Self-tutorial

Temperature and level control in a water thermal mixing process by using neural network controller

使用神經網路控制器對水和熱的混合過程進行溫度和水高的控制

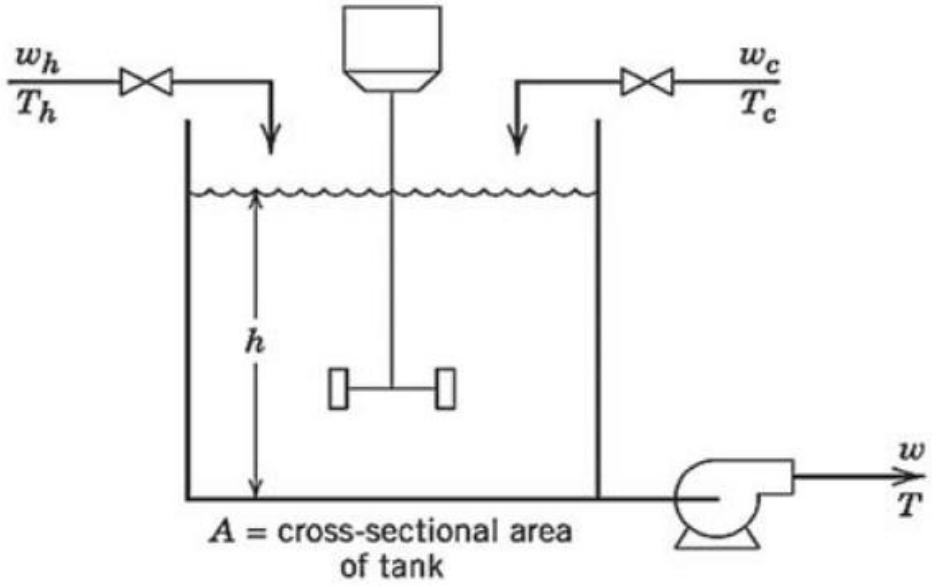
第四組

游鎮遠、謝崇志、林學謙

Introduction

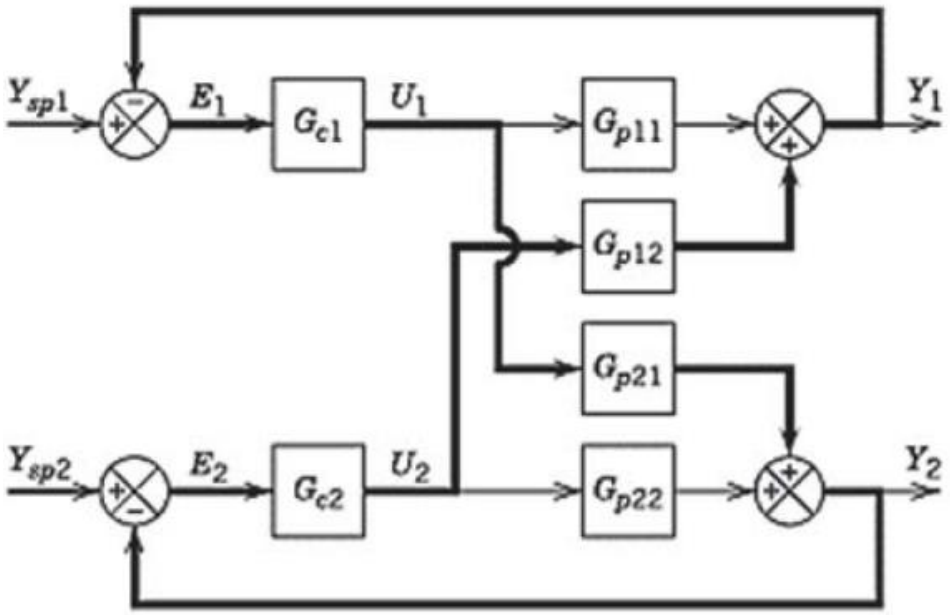
- 液體的混合操作是許多產品生產過程中的重要一環，例如石油、化學品、食品、藥品、油漆或化妝品，提高混合的效率除了可以節省生產成本，更可以提升產品的生產效率和品質。
- 混合操作的一個經典類型是熱混合，可以將多種具有不同溫度或特性的液體混合。
- 在傳統工廠，通常使用PID作為主要控制器，但在處理非線性或時變系統時，PID控制都將不太理想，所以此篇論文改為研究使用NN來進行混合操作的控制。

Description of the Process



(a) Water thermal mixing process

- 進熱水溫度、進冷水溫度、出水溫度(T_H、T_C、T)
- 進熱水水流、進冷水水流、出水水流(ω_H、ω_C、ω)
- 混合水高（h）



(b) Block diagram of the MIMO control system

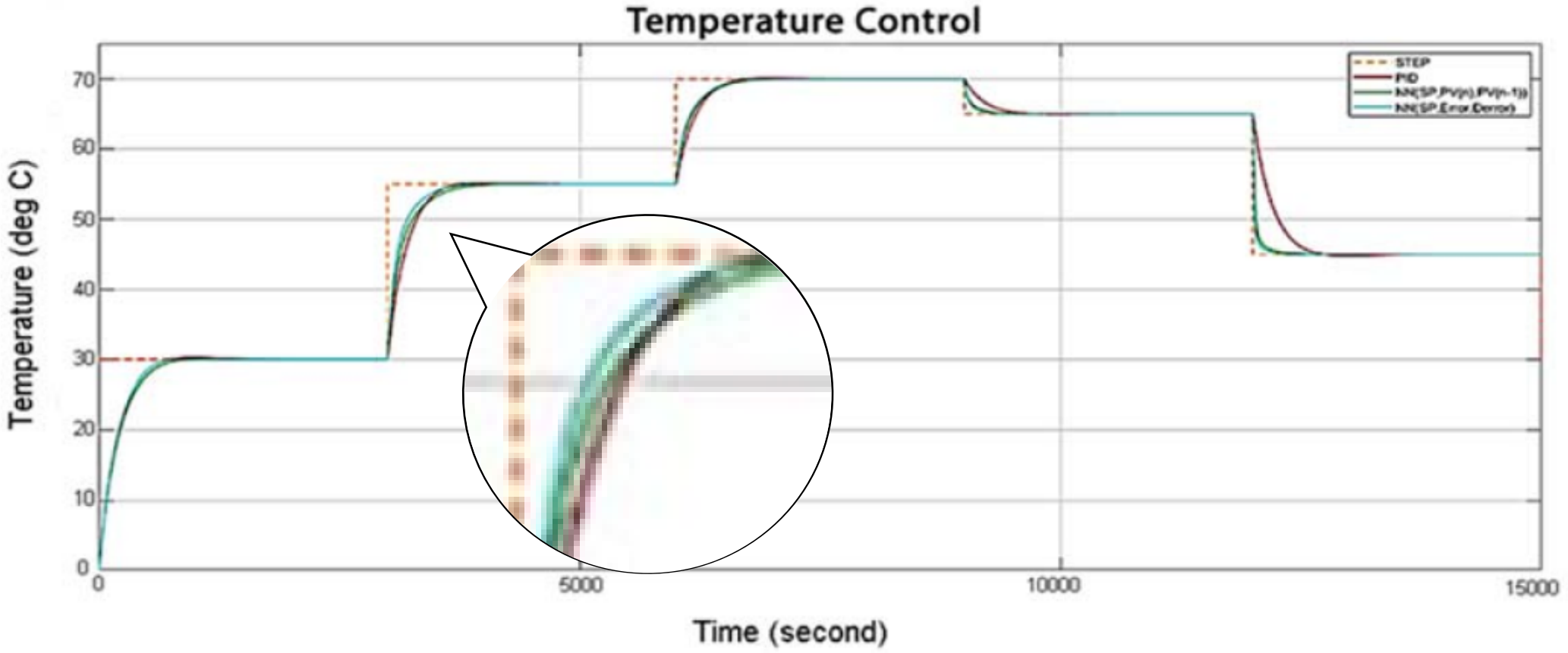
- 預期水溫、預期水高（Y_{sp1}、Y_{sp2}）
- 進熱水水流、進冷水水流（U_1、U_2）
- 混合水溫、混合水高（Y_1、Y_2）
- 熱水水流為輸入的混合溫度轉移函數（G_{p11}）
- 冷水水流為輸入的混合溫度轉移函數（G_{p12} ）
- 熱水水流為輸入的混合水高轉移函數（G_{p21} ）
- 冷水水流為輸入的混合水高轉移函數（G_{p12} ）
- 進熱水流控制閥、進冷水流控制閥（ G_{c1}、G_{c2} ）

Control Method Testing

1. PID
2. 兩種不同輸入的神經網路
   1) SP、PV(n)、PV(n-1) and MV(n)
   2) SP、error、change of error and MV(n)

- SP：SetPoint（期望的水溫和水高）
- PV：Process Variable（狀態變數，某時刻的混合水溫和混合水高）
- MV：Manipulated Variable（控制變數，某時刻進水流的閥門，其數值為連續）
- error：混合水溫和混合水高的誤差

Temperature Control Simulation



(c) Simulation results of temperature control with several changes in Setpoint.

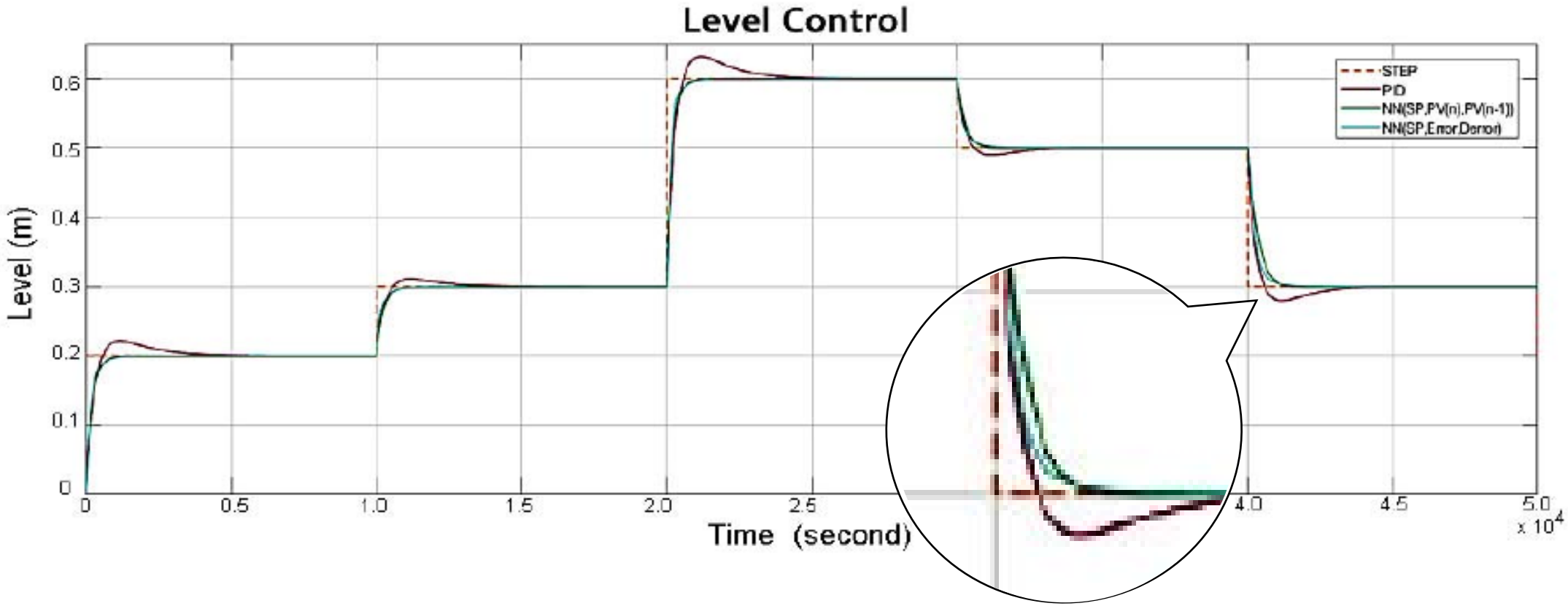
- 紫色：PID
- 綠色： NN（SP、PV(n)、PV(n-1) and MV(n)）
- 淺藍色：NN（SP、error、change of error and MV(n)）

Temperature Control Simulation

Temperature (Average)	PID	NN input SP, PV(n), PV(n-1)	NN input SP, Error, D error
Rise time	393.9 s	303.0 s	242.0 s
Settling time	613.7 s	558.1 s	472.7 s
Overshoot	0.7 %	0 %	0 %
Steady state error	0 %	0 %	0 %

(d) Performance analysis of each controller used on temperature control in the form of the average.

Level Control Simulation



(e) Simulation results of level control with several changes in set point.

- 紫色：PID
- 綠色： NN（SP、PV(n)、PV(n-1) and MV(n)）
- 淺藍色：NN（SP、error、change of error and MV(n)）

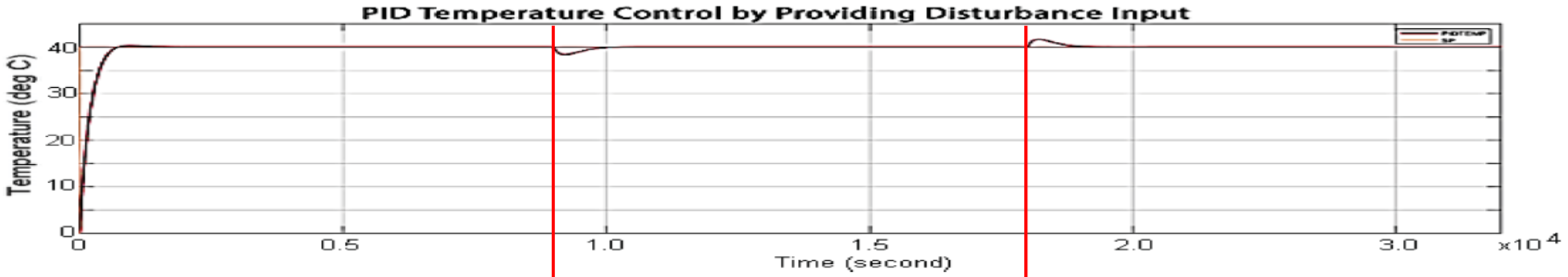
Level Control Simulation

Level (Average)	PID	NN input SP, PV(n), PV(n-1)	NN input SP, Error, D error
Rise time	412.8 s	514.5 s	447.6 s
Settling time	3216.8 s	940.7 s	984.4 s
Overshoot	10.5 %	0 %	0 %
Steady state error	0 %	0.2 %	0.04 %

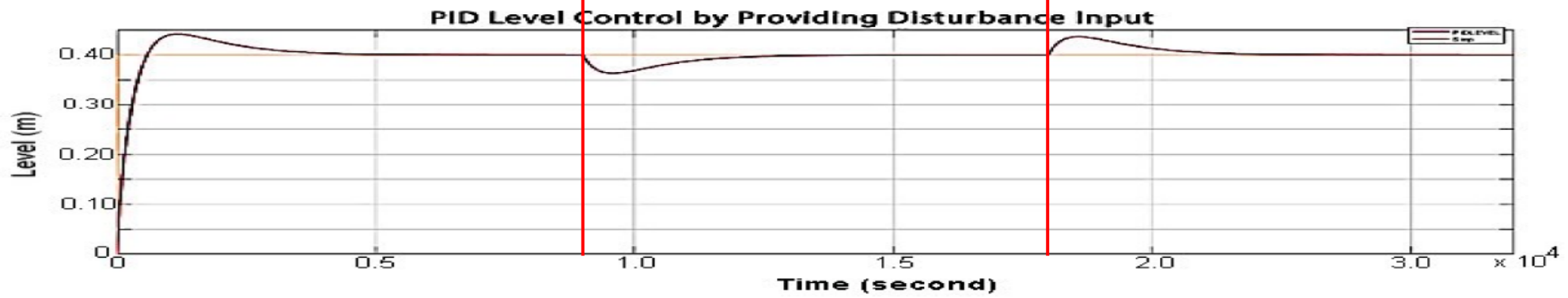
(f) Performance analysis of each controller used on level control in the form of the average.

System Testing with a Disturbance Input

- 在系統穩定後的第9000秒透過降低流速給予干擾，以模擬管道洩漏。
- PID：



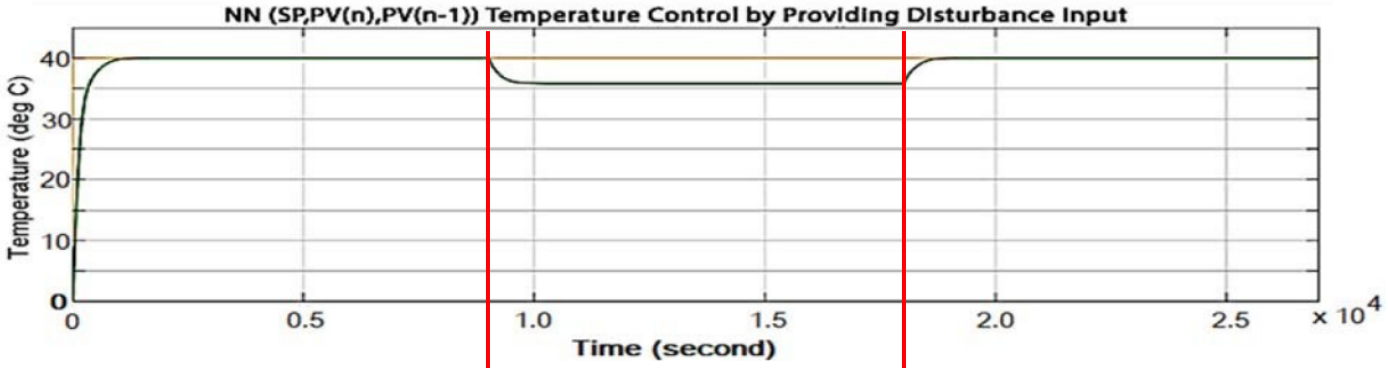
(g) PID controller simulation results by providing disturbance input for controlling temperature.



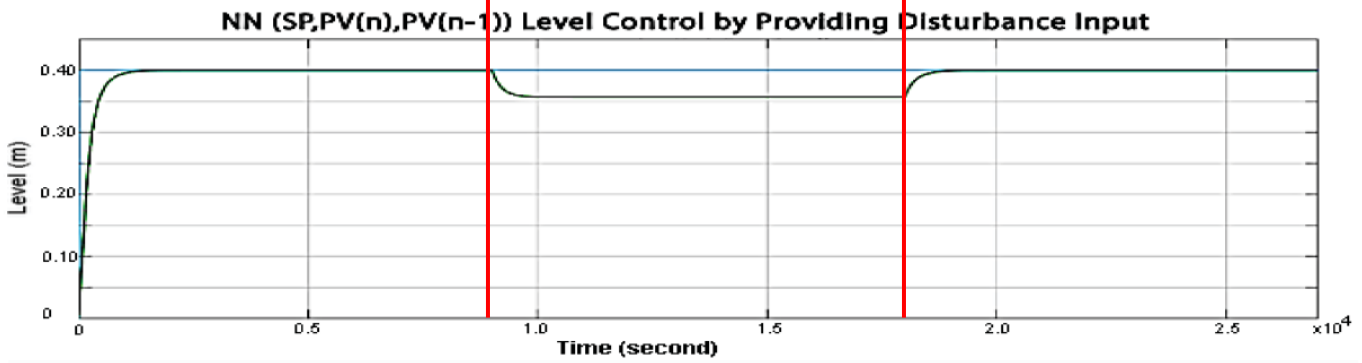
(h) PID controller simulation results by providing disturbance input for controlling level.

System Testing with a Disturbance Input

- NN（SP、PV(n)、PV(n-1) and MV(n)）：



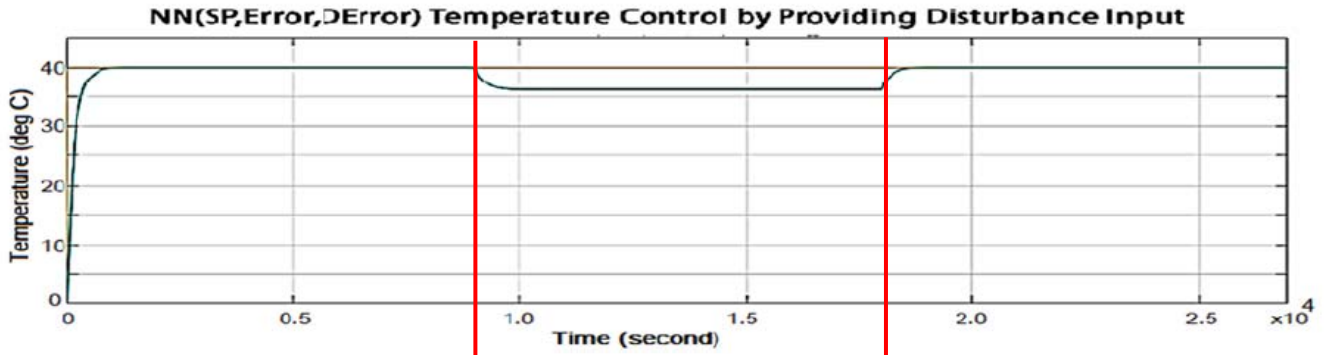
(i) NN (SP, PV (n), PV (n-1)) controller simulation results by providing disturbance input for controlling temperature.



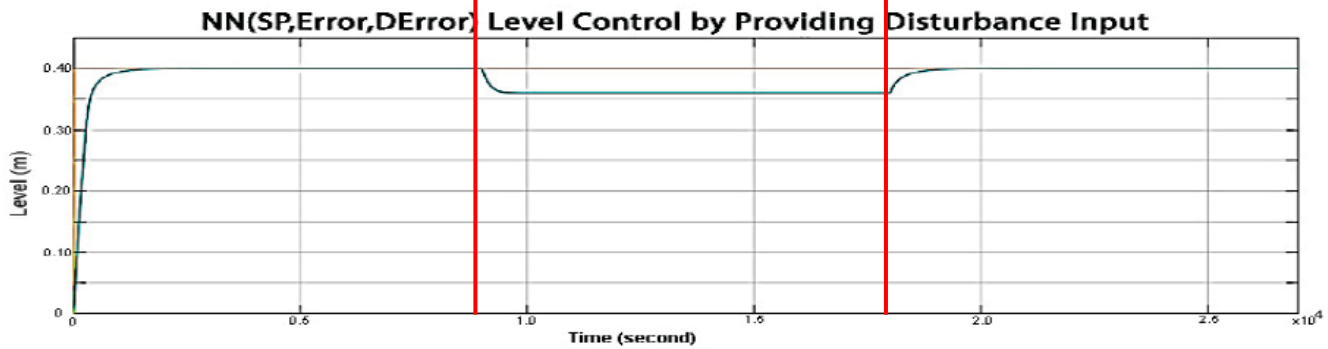
(j) NN (SP, PV (n), PV (n-1)) controller simulation results by providing disturbance input for controlling level.

System Testing with a Disturbance Input

- NN（SP、error、change of error and MV(n)）：



(k) NN (SP, error, change of error) controller simulation results by providing disturbance for controlling temperature.



(l) NN (SP, error, change of error) controller simulation results by providing disturbance for controlling level.