

PLCにおけるPID制御オートチューニングの性能の検証

13. 鈴木 崇史, 指導教員: 三谷 祐一朗

Performance validation of the PID Control Auto Tuning Function of the PLC

Takashi SUZUKI

Keywords : Temperature control, Programmable Logic Controller, PID Controller, Auto tuning function, Time response

1. 緒 言

PID (Proportional Integral Differential) 制御は、温度制御をはじめとした各種制御に用いられる汎用性の高いフィードバック制御方式である。PID 制御系におけるパラメータの調整は比較的容易であり、工業界ではオートチューニングが広く用いられている。この機能を用いれば、環境に依存しない制御性能を容易に得ることができる。また、近年の製造現場では、作業の機械化や自動化による効率化が進められており、PLC (Programmable Logic Controller) は機械の制御に不可欠ものとなっている。そこで本研究では、温度制御を行う実験装置を製作し、オムロン株式会社製(以下、オムロンと称す)の PLC (NX1P2-1140DT) を用いた PID 制御系を実装し、PID 制御オートチューニングの汎用性を検証することを目的とする。

2. PID 制御を用いた温度制御

2-1 実験装置の試作

図1に、実験装置の構成および配線を示す。制御対象として、透明なプラスチック製の箱を用い、電熱線および熱電対をその内部に設置した。電熱線に印加する電圧をPID制御により調整することで、箱内部の温度を制御する。また、箱上面にファンを取り付け、箱内部の空気を攪拌する役割と、箱内部の空気を外部へ排出し、温度上昇を阻害する外乱を発生させる役割を持たせた。

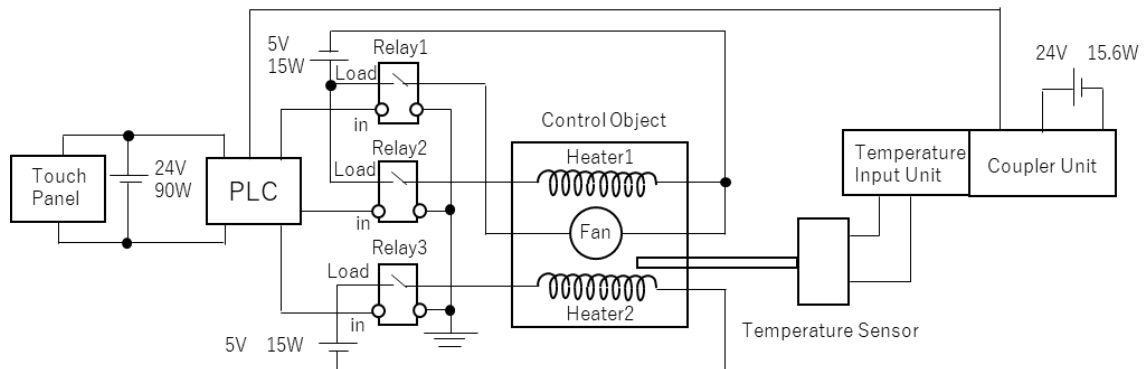


Figure 1 Experimental apparatus

2-2 オートチューニングによるPID制御

PLC が持つ PID 制御オートチューニング機能を用いて実験を行った。オートチューニングにはリミットサイクル法が用いられている。これは、操作量を一時的に上限値および下限値にして、その際の測定値の変化から PID 定数の最適値を算出する方法である[1]。図2に PID 制御のブロック線図を式(1)に操作量の計算式を示す。PID 定数には比例帯(PB)、積分時間(Ti)、微分時間(Td)がある。PID 定数は外乱応答性能を最大にするように調整される。設定された PID 定数が目標値応答に対しても最適になるように、目標値フィルタが設けられている。また、目標値が変化した際、操作量が過大になるのを防ぐために、微分要素が先行した構成の PID 制御器になっている。完全な微分動作は実現不可能であるため、不完全微分係数λによって、近似微分が用いられている[2]。

$$u(t) = \frac{PB}{100} \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) + T_d \frac{d}{dt} e(t) \right) \quad (1)$$

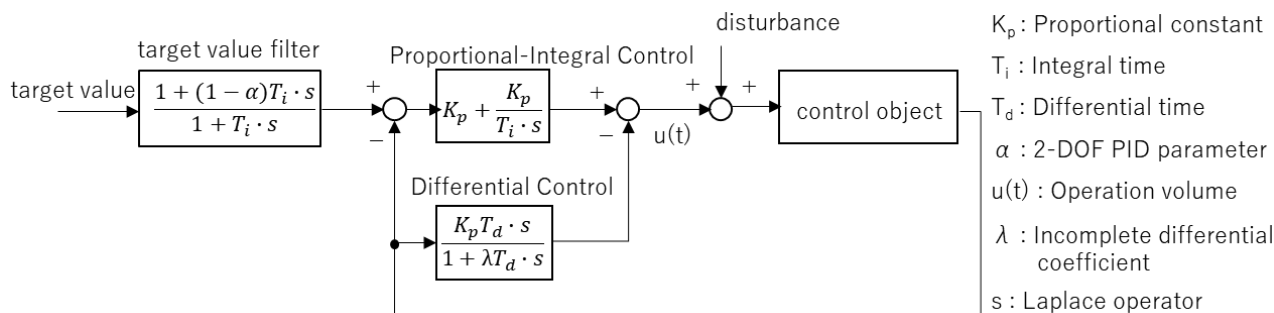


Figure 2 PID control block diagram

2・3 温度制御実験

図3に実験の条件を変えたときの、制御性(目標値の変化に対する応答)を比較した結果を示す。(a)は電熱線の本数を(1, 2本), (b)は電熱線に印加する電圧(5, 10, 12.5V), (c)はファンの入力(50, 80, 100%)に、それぞれ条件を変化させた結果である。また300秒の時点で目標値を34度から35度に変化させた。

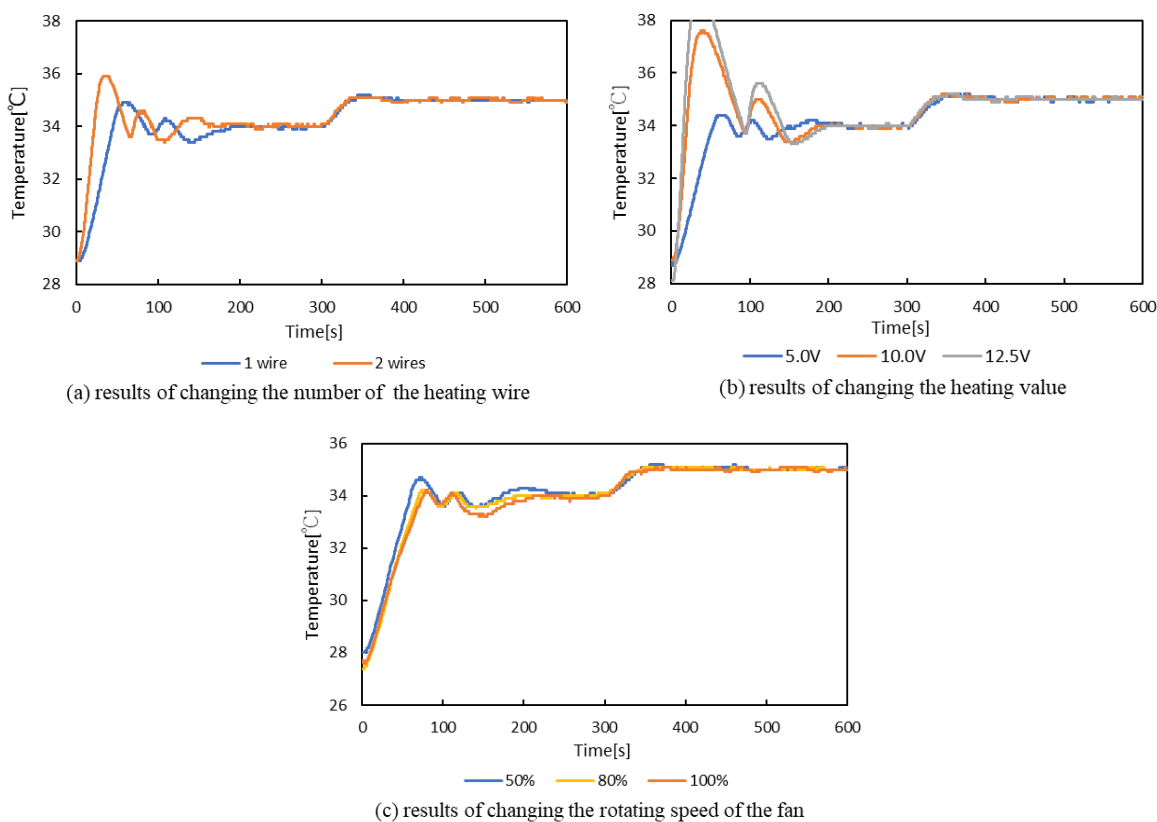


Figure 3 Experimental results of the PID control

3. 結 言

温度制御実験から、実験の条件すなわち環境が異なっても、目標温度の変化に対する応答性は変わらないことが分かり、PLCのオートチューニング機能を用いて調整したPID制御の性能(汎用性)を確認することができた。なおこの実験装置は、温度制御の学習教材として使用予定であり、今後8台製作する。また、本研究における温度制御の成果を応用し、環境試験器の温湿度制御効率化を検討する予定である。

参考文献

1. オムロン株式会社, マシンオートメーションコントローラ NJ/NX シリーズ コマンドリファレンスマニュアル基本編(2021), pp.684-685.
2. 須田信英, システム制御情報ライブラリー6 PID制御(1993), 朝倉書店, pp.2-5.