

시간 지연 릴레이 피드백을 이용한 자동동조 디지털 PID 제어기의 설계

Design of a Auto-Tuning Digital PID Controller using Relay Feedback and Time Delay

° 류 경 모*, 박 정 일**

* 영남대학교 전자공학과(Tel : 82-53-810-1523; Fax : 82-53-813-8230; E-mail:sembbi@aclab.ee.yeungnam.ac.kr,

** 영남대학교 전자전기공학부(Tel : 82-53-810-2498; Fax : 82-53-813-8230; E-mail:jipark@ynu.ac.kr,

Abstract : In process industries, more than 90% of the control loops have PID controller. Furthermore, the most control systems are using classical PID controllers for their process control. Various auto-tuning methods of PID gains using relay-feedback are presented recently. In order to get the desired control performance, the correct tuning of PID controller is very important. This paper suggests how to tune of digital PID gains using information for both the Nyquist critical point by conventional method and another point by the relay feedback and hidden time-delay term. Simulation results show that the proposed controller has better performance than the conventional method.

Keywords : PID Controllers, relay feedback, time delay, auto-tuning, digital implementation

1. 서론

자동화를 위한 제어 방법에는 여러 가지가 있지만 인류 산업화의 역사와 동일하다고 볼 수 있고 현재에도 원자력 발전소를 비롯하여 90% 이상의 대부분의 플랜트에서 이용되고 있는 것이 PID(Proportional Integral Derivative) 제어기이다.[1]

PID 제어기는 그 구조가 간단하고 각종 프로세스에 적용이 용이하므로 적은 투자 비용으로 생산품의 대량생산이 가능한 장점을 가지고 있다. 또한 최근 마이크로 프로세서를 이용한 디지털 기술의 발전에 힘입어 제어성능이 대폭적으로 향상되고 있으며 그 효과 및 신뢰도도 현저히 증가되고 있다. 특히 최근까지 개발되고 있는 복잡한 제어이론들에 비하여 PID 제어기의 이론은 지극히 간단하고, 이용자의 편리와 범용성은 더욱 증가하는 추세에 있는바 선진 각국에서는 많은 연구성과가 발표되고 있으며 새로운 제품을 출시하고 있다.

일반적으로 PID 제어기는 전달 함수의 분자 다항식이 2 차로서 두 개의 영점을 가지고 있는데 이 제어기의 영점을 이용하여 대상플랜트에 있는 비정상적인 극점의 위치를 적절히 변화시킴으로써 과도응답의 특성을 현저히 개선시킬 수 있다. PID의 동조(tuning)나 설계한다는 말은 결국 동조변수를 최적의 제어 조건으로 만들어 주도록 결정하는 것을 말한다.

PID 제어기의 동조방법은 시간 영역에서의 동조방법(time domain method)과 주파수 영역에서의 동조방법(frequency domain method)으로 분류할 수 있다. Cohen-coon의 근사모델을 사용하는 방법[1][2]과 N.Yoshikazu의 특성면적을 이용하는 방법[1]은 전자와 속하며, Ziegler-Nichols, Astrom의 접근 방법은 후자에 속한다.

일반적으로 제어기의 동조방법은 대상시스템을 식별

(identification)하는 과정과 그 식별결과를 이용하여 주어진 제어 목적을 만족시킬 수 있는 제어기의 매개변수를 잡아주는 과정의 두 가지 정도로 구성된다.

PID 제어기의 동조는 초창기부터 주 연구대상이 되어온 중요한 문제로 최초로 Ziegler-Nichols가 단위 계단 응답곡선 계산법과 임계이득 및 임계 주기법을 이용한 계산법을 제안하였다. 그러나 이 조정법은 경험에 의한 방법이지만, 상승시간과 최대초과를 고려하였으므로 모든 대상플랜트에 적용 할 수 없는 한계를 가지고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 1988년 Astrom이 제시한 묘사함수 해석을 통한 릴레이 자동 동조법이 등장하였다.[3] 이 방법은 릴레이에 의해 출력을 강제로 진동시키면서 발생하는 발진 출력을 통해 진폭 및 주기를 이용하여 PID 계수를 결정하는 방법으로서 과정이 간단하고 그 구현이 쉬운 것으로 알려져 있다.

본 연구는 릴레이 피드백을 통한 디지털 PID 제어기의 계수 자동동조 방법을 다루고자 한다. 기존의 연구로는 인접한 점의 정보를 찾아낸 후 감쇠율(Damping ratio)를 시간영역의 설계사항으로 제시한 후 연속 영역에서 PID 동조계수를 구한바 있다.[4] 기존의 릴레이 피드백 요소를 통해 한 점을 찾아내고, 다시 릴레이 요소에 불확정한 지연요소를 첨가함으로써 새로운 한 점에 대한 정보를 추출한 후 최종적으로 이산화된 PID 제어기에 적용하여 필요한 세가지 계수를 자동 동조하고자 한다.

2. 릴레이 피드백 시스템

대부분의 프로세스는 릴레이 피드백 방법에 의해 공정의 동특성 및 제어기의 파라미터를 동조할 수 있다. Astrom은 주