

인공지능을 이용한 공정제어

유 병 휘
한국 폭스보로 주식회사

Application of Artificial Intelligence to
Industrial Process Control

Byung-Whee Yoo
Foxboro Korea Limited

Abstract

This paper explain application of expert system techniques from the latest theories of artificial Intelligence to industrial process control. This controller continuously monitors a loop's response to disturbances and adapts the tuning parameters (P.I.D) to provide the best response to load upset or set-point change.

I. 서론

요즈음 마이크로 프로세서를 이용하므로 공정제어를 보다 용이 하고도 효과적으로 수행 하고 있다.

그러나 여전히 제어 하고자 하는 루우프(Control loops) 는 사람(Operator)에 의해서 확인되고 조정 되어야 한다. 인공지능을 이용한 제어기(EXACT* Controller) 는 이런 문제를 해결해 줄 뿐만 아니라 다음과 같은 유리한 점이 있다.

- . 품질 및 생산성 향상 (Less off-spec product)
- . 에너지 및 원료절감
- . 시운전 시간단축
- . 기술 인력 감소

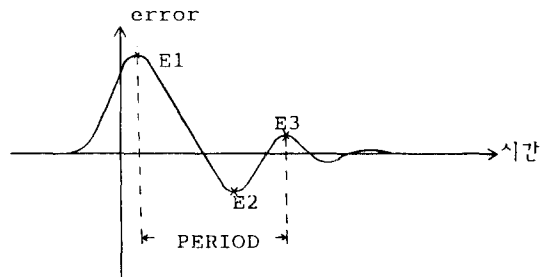
본문은 인공지능을 이용한 비례-미분-적분 제어기 (Microprocessor based PID Controller) 를 설명한다.

II. 본론

1. 모형 인지 방식 (Pattern Recognition)

수년동안 자동 조절계는 사람 (Operator) 에 의한 모형 인지 방식으로 비례, 미분, 적분동작이 조정되어 왔다. 이런 방법은 실제로 공정상에 발생된 모형과 이상적인 모형을 비교하여 제어 루우프(Control loop) 를 조절 하므로써 그 공정에 대한 지식과 경험이 풍부한 기술자 만이 조절계를 효과적으로 조정할 수 있었다. 인지 되어야 할 모형이란 설정치와 측정치의 에러의 시간에 대한 함수이다.

이 정보는 오버슈트(Overshoot), 댐핑(Damping), 기간 (Period) 을 분석 하므로써 얻어진다. (그림 1)



$$\text{OVERSHOOT} = - \frac{E2}{E1} \quad \text{DAMPING} = \frac{E3-E2}{E1-E2}$$

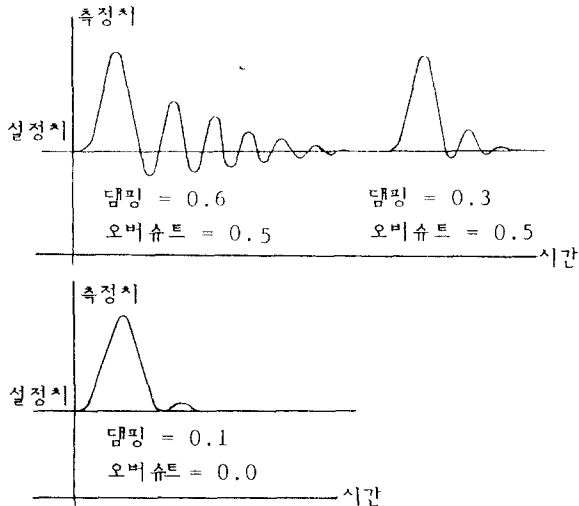
(그림 1) 부하 변동에 의한 모형

(fig.1) Response shafe to load change. 모형 인지 방법은 최적의 조정치를 결정 하기 위하여 공정의 기존 모델이 필요없이 피드백 (Feedback) 루우프의 측정치를 측정 하므로써 얻어지는 피드백 신호를 직접 이용한다. 1, 2, 3)

이는 숙련된 기술자가 비례, 미분, 적분 동작을 조정 하는 것과 똑 같은 방식의 일종의 엑스퍼트 시스템 (Expert System) 이다.

2. 인공지능을 이용한 제어기 (EXACT Controller)

인공지능을 이용한 비례 미분 적분 알고리즘 (PID Algorithm) 은 제어 루우프의 설정치나 부하변동 등에 따른 외란 (Disturbance) 을 측정하여 공정의 외란에 대한 회복시간을 최소화 하기 위한 비례 미분 적분치를 계산해 낸다. 이때 오버슈트 (Overshoot) 나 댐핑 (Damping) 은 사용자가 임의로 변경하므로써 요구하는 제어응답을 얻을수 있다.



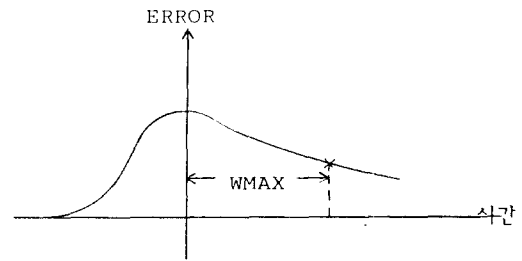
(그림 2) 댐핑과 오버슈트의 변경에 의한 제어응답
(Fig 2) Response Shapes for Different Damping and Overshoot Values

물론 대부분의 공정에 있어서 오버슈트나 댐핑은 서로 연관이 있으며 제어루우프의 기간 (Period) 도 모형을 결정하는데 고려가 되어야 한다. 이 기간은 자글러씨-니콜스씨 (Ziegler-Nichols)⁴⁾ 와 신스키씨 (Shinsky)⁵⁾ 에 의해 제안된 것과 유사한 방법으로 공정이 제어될 수 있도록 미분시간과 적분시간이 설정된다. 미분시간과 적분시간은 조절계 선도와 지연 (Lead and Lag)을 결정하며 제어루우프의 조건에 알맞는 비례 미분 적분치가 자동으로 계산된다.

3. 공정에 적용 운전

인공지능 제어기는 제어 루우프의 설정치와 측정치의 에러 (Error) 가 공정 노이즈 (Nominal Noise)를 초과할때 비로서 비례, 미분, 적분치의 재설정을 위한 동작을 한다. 그러나 비례, 미분, 적분치가 다시 계산되고 설정되지 않은 동안에도 에러의 크기를 계속해서 감시한다.

일단 에러의 피크치 (Peak Value) 를 발견하면 이 피크치를 실제 피크치인지 확인후 두번째 피크치를 기다리면서 그 기간을 측정한다. 두번째 피크치가 확인되면 마지막으로 세번째 피크치까지 확인한다. 이렇게 얻어진 정보는 사전에 설정된 오버슈트, 댐핑을 고려하여 새로운 비례 미분 적분치를 설정한다. 세번째 또는 두번째 피크치까지 일어나지 않는 경우 최대 기다림시간 (Maximum Wait Time) 까지 기다린 후 새로운 비례, 미분, 적분치를 설정한다. 최대 기다림시간은 공정의 조건에 따라 사용자가 조정할 수 있다. (그림 3)



(그림 3) 최대 기다림 시간
(Fig 3) Maximum Wait Time (WMAX)

III. 결론

인공지능을 이용한 제어기 (EXACT Controller)는 특정한 공정모델 (Process Model)을 필요로 하지 않고 사용자가 댐핑과 오버슈트 (Damping and Overshoot) 를 결정해서 원하는 제어 응답 (Response Shape) 을 얻을 수 있다. 사용자는 단지 제어기의 몇가지 변수 (Parameter)만 주면된다.

모든 공정제어 루우프는 이와 같은 제어기를 사용하여므로써 공정의 시운전시 부터 여러가지 장점을 취할 수 있다.

REFERENCES

1. Rohrs, C.E., Valavani, L., Athans, M., and Stein, G., "Robustness of Adaptive Control Algorithms in the Presence of Unmodeled Dynamics," MIT Industrial Liaison Program, Publication No. 01-016, 1983.

-
2. Fjeld, M. and Wilhelm, R.G., Jr.,
"Self-Tuning Regulators - The Software Way." Control Engineering,
October 1981, P. 99

 3. Clarke, D.W., "The Application of
Self-Tuning Control," Trans Inst MC
Vol. 5. No. 2, April-June 1983, P.59.

 4. Ziegler, J.G. and Nichols, N.B.,
"Optimum Settings for Automatic
Controllers," Trans ASME, November
1942.

 5. Shinskey, F.G., Process Control Systems, McGraw-Hill, New York, Ny.
2nd Edition, 1979, PP. 96-99

EXACT is trademark of the Foxboro
Company. The term EXACT stands for
Expert Adaptive Controller Tuning.