일반화 최소분산으로 하는 위치 자기 동조에 관한연구

o 정 연 만 *** 윤 재 강 ***

숭실대학교 공과대학 전자공학과

A Study on the Positional Self Tuning with Genearlized Minimum Variance

o Yun-Man Jung*** Jae-Gang Yoon***
Dept. of Electronic Engineering Soong Sil University

ABSTRACT

For a generalized minimum variance controller algorithm the weighting polynomials are are calculated in a way to assign the closed loop poles of the system and to specify the controller gain at a frequency. As a result the oscillations in the control signal may be reduced without changing the deterministic behaviour of the system.

1. 서 론

자기동조제어이론은 원래 자기동조 레귤레이터에서 시작되었으며 이것은 확률적 잡음의 영향을 최소로 줄이려는 것이며 처음에 적당한 제어 방식이 선정되고 미지의 공정 파라메터를 적당한 파라메터 추정방식을 이용하여 그 결과를 실제의 파라메터를 보고 제어기의 파라메터가 ON-LINE적으로 결정하여 조정된다. 따라서 적응 제어기는 시스템파라메터 여러개의 제어기의 조정등에서 변화되는 프로세스의 동특성을 개선하기위해 이용되었다.

본 논문은 제어법칙을 COST 함수를 최소로 얻어지며 또한 폐루프 POLES을 제시하였고 주어진 주파수에서 제어기의 이득을 고찰하였다. 특히 실제 시스템내에 존재하거나 외부로 부터 작용하는 미지의 잡음 형태를 위치 자기 동조 이론을 새롭게 전개하므로 최소분산을 갖게 되었다.

2. 자기동조의 이론

1). 시스템 모델

시스템 모델을 다음과 같이 가정된다.

$$Ay(t) = Bu(t-d) + Ce(t) \quad \text{---------(1)}$$

여기서 A,B,C은 Z^{-1}의 Backward shift operator 다항식이며, y(t)는 출력,u(t)는 제어 신호이다. 또한 e(t)는 Zero mean으로 하는 가우시안백색잡음이고,d는 Time Delay이다.

(1)식에서 A,C 다항식의 계수값 즉 $a_0 = c_0 = 1$ 이고 $b_0 \neq 1$ 이다. 또한 (1)식의 잡음 항을 다음과 같은 항등식으로 표현된다.

$$C = EA + Z^{-d}F \quad \text{----------(2)}$$

2). 위치 자기동조 모델

(1),(2)식을 이용하면 "위치" K-Step Ahead Prediction은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$y^*(t+d/t) = Fy(t) + Gu(t) + Hy^*(t+d-1/t-1) \text{-(3)}$$

여기서 $G = EB$

$H = (1-C)Z$

$y(t+d) = y^*(t+d/t) + e(t)$ 으로 정의된다.

(3)식에 제어법칙을 적용하면 다음과 같은 COST 함수가 얻어진다.

$$I = E((Py(t+d) - Rw(t))^2 + (Q'u(t))^2) \text{---------(4)}$$

(4)식을 최소분산을 하기위해 다음과 같은 제어 법칙을 유도하게 된다.

$$Hu(t) + Gy(t) + Ew(t) = 0 \text{--------(5)}$$

여기서 $H = BF + QC$

$$Q = \frac{q_0'}{b_0 p_0} Q' \text{--------(6)}$$

$E = -CR$ 이다.

(2)식을 변형하면 F,G 는 다음과같은 식에서 계산할 수 있다.

$$\frac{PC}{A} = F + Z^{-d}\frac{G}{A} \qquad \text{------------(7)}$$

제어 법칙에서 프로세스로 부터 추정 모델이 계산 된다.

$$P = 1 + Z^{-d}P^{*} \qquad \text{--------------------(8)}$$

P^{*}는 n_{PA} 차수를 갖는 다항식이다.

추정된 파라메터는 다음과 같이 계산 할 수 있다.

$$G' = G - P^{*}C \qquad \text{------------------(9)}$$

$$Q = (1-Z^{-1})Q^{*} \qquad \text{---------------(10)}$$

R = COSTANT=$P(1)$

P,Q,R이 (8)식과 (10)식이 주어질때 closed loop전달함수는 다음과 같이 정리된다.

$$y(t) = \frac{Z^{-d}BR}{B(1-Z^{-d}P^{*}) + A(1-Z^{-1})Q^{*}} w(t) + \frac{H}{B(1-Z^{-d}P^{*}) + A(1-Z^{-1})Q^{*}} e(t) \qquad \text{--(11)}$$

$$u(t) = \frac{AR}{B(1-Z^{-d}P^{*}) + A(1-Z^{-1})Q^{*}} w(t) - \frac{G}{B(1-Z^{-d}P^{*}) + A(1-Z^{-1})Q^{*}} e(t) \qquad \text{--(12)}$$

System closed loop poles assignment는 다음과같은 다항식의 항등식의 해에 의해 규정되어 진다.

$$Z^{-d}BP^{*} + A(1-Z^{-1})Q^{*} = T - B \qquad \text{----(13)}$$

여기서 $n_{PA} \geq n_A$

$n_{QA} \geq n_B + d - 1$ 로 가정된다.

본 논문에서는 P^{*}, Q^{*}의 다항식 차수는

$n_{PA} = n_A + 1$

$n_{QA} = n_B + d$로 가정 했다.

공정제어에 있어서 제어기의 알수없는 파라메터 P^{*}, Q^{*}가 time shifting 에의해 추정되었다.

3. Simulation 결과및 비교검토

시스템 모델은 다음과 같이 주어진다.

$$y(t) - 1.6y(t-1) + 0.6y(t-2) = Z^{-1}(1.5u(t) - 0.53u(t-1) + 0.9u(t-2)) + e(t) - 0.4e(t-1)$$

여기서 $e(t) = 0.1$

$\tau = 1.0\text{SEC}$

$w(t) = 10$

$T = 1 - 0.95Z^{-1}$이다.

P,Q,R의 다항식은 pole 전위 방정식의 해에 의해계산된다.

$$P = 1 - 1.5Z^{-1} + 0.61Z^{-2} - 0.08Z^{-3}$$

$$Q = -0.5 + 1.0Z^{-1} + 0.66Z^{-2} + 0.13Z^{-3}$$

$$R = 0.03$$

feedback제어기의 결과는 다음과 같다.

$$\frac{G}{H} = \frac{-0.3 + 0.62Z^{-1} - 0.33Z^{-2} + 0.03Z^{-3}}{1 + 0.71Z^{-1} - 0.18Z^{-2} + 0.39Z^{-3} - 0.05Z^{-4}}$$

이 제어기의 주파수 응답은 Fig.1에 나타냈다. 그림을 살펴보면 주파수가 증가함 에따라 gain은 증가함을 보였고 적은 noise rejection 특성을 보였다.

출력과 제어신호는 Fig.2,3에 나타내었다.

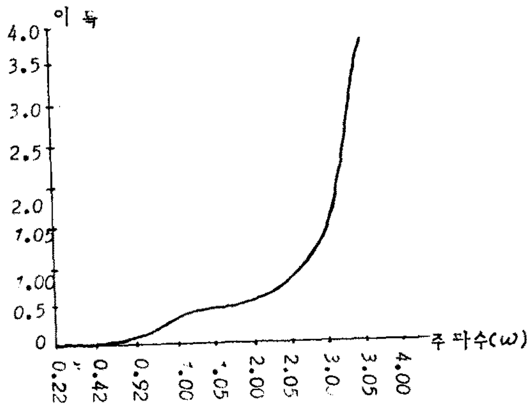

그림 1. 제어기의 주파수 응답

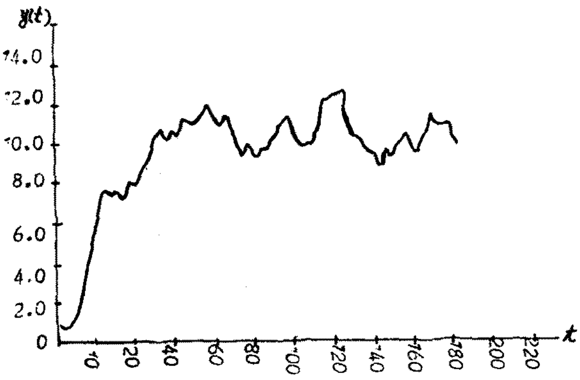

그림 2. 출력 신호

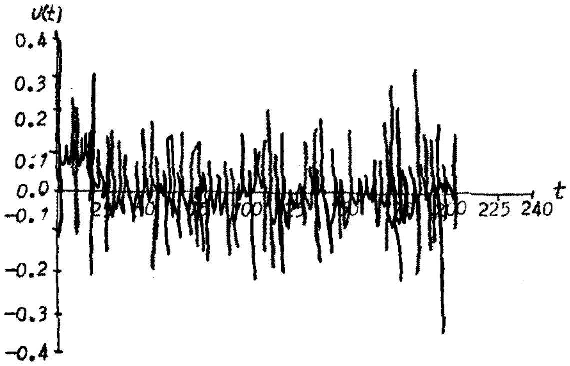

그림 3.제 어 신 호

4. 결론

본 연구는 일반화 최소분산 위치 자기동조제어기로 close_loop를 주어지며, 높은 주파수에서는 재어기의 이득조절을 논했다.
재어신호에서 바람직 하지않은 진동은 시스템의결정의 변화없이 감소되었다.
전재 closed_loop시스템의 주파수 특성과 출력신호및 control신호를 고찰 하였다.
시뮬레이션한 결과 출력 파라메터가 잘 수렴함을 알 수 있었다.

5. 참고 문헌

1. Astron, K, J. and B, Witten marr(1973) "On self turing regulators",Automatica, 9,pp.185-199
2. Clarke, D, W. and P, Gawthrop(1975), "A self turing controller",Proc.IEEE, 122,pp.923-934
3. Wellstead, P.E.D.prager and p.zanker (1979),"Pole assignment self turing regulartor",Proc. IEEE, 126,pp781-787
4. Tham. M. T and Morris.A.J and Montague, G.A (1987), "Self turing Proccess control: A review of some algorithm and there application",Proc. of the American control conference., pp.996-1001.
5. Alliding,A.Y.and Hughes,F.M.,(1980),"Generalized self-tuning controller with pole assigment".IEE Proc.,vol.127,part D,no.1, pp.13-18.
6. Seborg,D.E.,Shah,S.L.and Edgar,T.F."Adaptive contPol strategies for process control:a survey".AIChe J.,32,6, 1896.
7. McDermott,P.E. and Mellichamp,D.A."Pole-placement self tuning control of unstable non minimum phase system",Proc.ACC,1983.