

선형조정기의 준최적 설계에 관한 연구

On the suboptimal design scheme of Linear Regulator

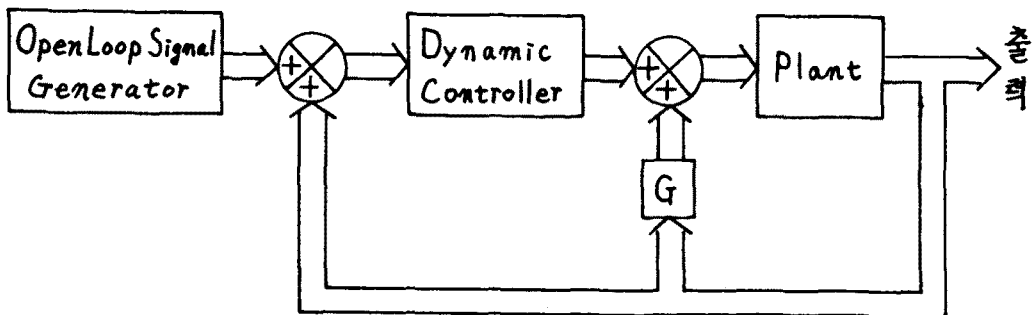
장 세 환	한 양 덕
이 순 영	한 양 덕
립 제 언*	한 양 덕

일반적으로 최적제어를 수행하려면 플랜트 내부의 모든 상태변수들이 가관측하여 궤환에 이용되어야 하는데, 실제로는 계의 상태변수들중 일부만을 사용해야 할 경우가 발생하게 된다. 따라서, 끈집어내어 쓸 수 있는 상태변수나 출력만을 써서 최적제어를 수행하려는 시도가 제안 되어 왔다. 이들 가운데 J.D. Ferguson 과 Z.V. Rekasius (1)은 동적조정기(Dynamic Controller)를 도입하여 플랜트의 출력만을 이용하여 준최적인 제어계의 설계를 꾀하였다. 그리고 J.M. Walden 과 W.L. McDaniel, JR (2)은 플랜트에 개루우프 신호를 첨가시켜, 궤환시킵수 없는 상태변수들에 의한 응답특성의 저하를 보상시켜 줌으로써 보다 나은 제어계를 구현시켰다.

이에 본 논문에서는 동적조정기와 개루우프

신호 발생기를 이용한 준최적한 제어계를 구성시켜 보았다. 이를 위해 플랜트 입력의 o 계, 1계, ..., $p-1$ 계도함수들로 이루어지는 p 차 제어기를 첨가시켜 전체계의 상태값을 플랜트의 상태 x 와 제어기의 상태 z 로 표현하였다. 이러한 동적조정기의 상태 z 에 적절한 변환을 취하면 출력만을 궤환시켜 준최적 제어계를 설계할 수 있게 된다.

선형조정기 문제에 있어서 각 상태변수 및 제어변수에 제약이 없는 경우에 한하여 최적제어칙은 $u^* = -R^{-1}B^TKx$ 로 구하여지며, 여기에 따른 최소평가 함수는 $J^* = x^TKx$ 로 얻어진다. 여기서 K 는 Riccati 방정식의 해이다. 이제 궤환되지 못하는 상태변수들에 의한 제어효과를 보상해 주기 위하여, $J^* = \hat{x}^TK\hat{x}$ 를 옹근방에서



준최적 제어계의 구성도
(Configuration of suboptimal control system)

2차 다항식으로 근사화된 꼴인 $J = \dot{x}^T P \dot{x} + v^T \dot{x} + f$ 를 가정하여, 이것을 최소 평가함수로 하는 제어칙 $w = -R^{-1}B^T P E \dot{x} + R^{-1}B^T v$ 를 구하여 준최적 제어기를 설계하였다. 이 제어기는 가용 상태변수 궤환과 계투우프 신호로 구성된다. 그 결과 출력만을 궤환시켜 응답특성이 좋은 계를 구성할 수 있었다. 이상과 같은 준최적 제어계의 구성도는 그림과 같다.

적절한 계를 예로 들어 위에서 유도된 제어칙을 사용하여 준최적 제어계의 실험을 피한후, 모든 상태변수들을 궤환시켜 최적제어를 실행하였을 경우와의 응답특성을 디지털전산기를 사용하여 비교해 본 결과, 그 차가 별로 없는 만족할만한 최적 제어가 수행됨을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- (1) J.D. Ferguson and Z.V. Rekasius, "Optimal linear control systems with incomplete state feedback," IEEE Trans. Automat. Contr., vol. AC-14, pp. 135-140, Apr. 1969.
- (2) J.M. Walden and W.L. Mcdaniel, JR., "A novel approach to the state regulator problem with inaccessible states," IEEE Trans. Automat. Contr., vol. AC-17, pp. 254-255, Apr. 1972.
- (3) R.E. Kalman, "When is a linear control system optimal?" J. Basic Engrg., Trans. ASME, ser. D, vol. 86, pp. 51-60, 1964.
- (4) Z.V. Rekasius, "Optimal linear regulators with incomplete state feedback," IEEE Trans. Automat. Contr. (Short Paper), vol. AC-12, pp. 296-299, June 1967.
- (5) T.C. Hsia, "An approach for incomplete state feedback control systems design," IEEE Trans. Automat. Contr., vol. AC-17, pp. 383-386, June 1972.
- (6) Jayanta Pal, "Suboptimal control using Pade Approximation Techniques," IEEE Trans. Automat. Contr., vol. AC-25, pp. 1007-1008, Oct. 1980.