

시간지연을 갖는 대규모 시스템의 비집중 안정화에 관한 연구

서일홍 . 변증남 (과학기술원)

Abstract

Local stabilization techniques are proposed for continuous-time large scale systems with time-delays. Firstly, it is shown that a class of large scale systems with delays in both states and interconnections can be stabilized by local feedback controllers which utilize present and past state informations. Secondly, a class of decentrally stabilizable composite systems with delays in both control and interconnections is characterized in terms of the magnitude of coupling action and parameters of each subsystem.

Then a stabilization method is given, where each local subsystem employs a controller of Smith predictor type.

요 약

대규모 동적시스템은 많은 상태 변수를 갖고 있어서 그시스템의 차원 (dimension)이 클뿐만 아니라 여러개의 부시스템으로 구성된것으로 보면 한 부시스템의 출력이 다른 부시스템의 입력과 연결된 형태의 복잡다단한 시스템으로서 보통 각 부시스템들이

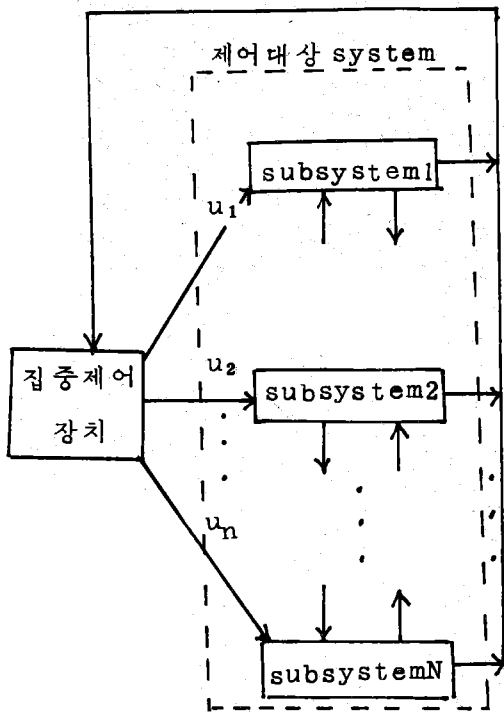
지역적으로 멀리 떨어져 있는 특징을 갖고 있다. 이러한 대규모 시스템에 대해서는 재래식의 제어개념을 적용시키기가 어렵다고 알려져 있다.[1] 이에 대한 가장 큰이유는 재래식의 제어개념은 제어시스템의 해석 및 설계를 행할때, 정보의 집중성(centrality) 이라고 하는 중요한 가정을 전체로 하기때문이다(그림 1 참조). 예를들어 에너지를 최소화하는 최적제어 장치는 그 대상시스템이 선형인 경우라도 시스템의 모든 상태변수 정보를 요구한다. 그러므로 이러한 최적장치를 구성하기 위해서는 제어신호가 각 부시스템에 전달되도록 통신망을 구축 해야한다. 그러나 만약 부시스템들이 지역적으로 멀리 떨어져 있는 경우에는 통신망을 구축하는데 필요한 경비 및 통신망의 길이가 길어짐에 따르는 신뢰도의 저하등의 문제를 수반하게 된다. 집중제어 방식을 대규모 시스템에 적용시키는데에 따르는 어려움은 발전시스템 [2], 교통시스템 [3], 통신시스템 [4], 경제시스템 [5] 및 산업공정시스템 [6] 등에 대한 연구결과에 잘서술되어 있다.

이와같이 대규모 시스템의 해석 및 제어장치의 설계를 행하는데에는 집중제어의 개념이 실제로 적용키 곤란하므로, 제어분야의 많은 학자들은 비집중 제어방식(그림 2 참조)을 도입하여 그 어려움을 해결하려고 시도해 왔으며 주로 주어진 대규모 시스템의 수학적 모델의 단순화, 간단하고 효율적인 안정도 판정법 및 체계적인 최적제어 방법들을 통한 해결책이 강구되어왔다. 그렇지만 이러한 일련의 연구들은 주로 시간지연을 포함하지않는 유한차원(finite-dimension)시스템을 대상으로 진행되어왔다.[7-10]

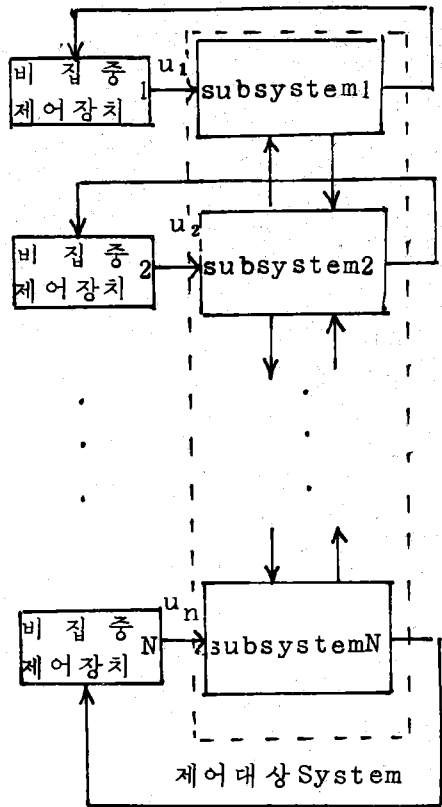
그러나 실제로, 대규모시스템은 정보처리에 걸리는 시간이 시

시스템의 시정수에 비해 무시할수 없는 경우나, 각 부시스템간의 상호간섭이 시간지연되어 전달되는 경우에 시간지연을 포함하게 된다. 위에서 서술한 바와같은 시간지연을 포함한 대규모 시스템의 안정화문제를 1979년 Ikeda와 Siljak[11]이 연구발표 하였는데, 이 연구에서는 시간지연이 각 부시스템간의 상호간섭에서만 일어나는 경우를 다루었다.

본 논문에서는 첫째로, 시간지연이 상태변수와 부시스템간의 상호간섭에 동시에 존재하고, 상호간섭은 각 부시스템의 입력만을 통해서 일어나는 선형시간 대규모시스템이 현재 및 과거의 상태변수 정보를 이용한 비집중 제환제어(feedback - control)에 의하여 안정화 될수있음을 보였다. 둘째로, 시간지연이 제어입력과 부시스템간의 상호간섭에 동시에 존재하고, 상호간섭은 각 부시스템간의 입력만을 통해서 발생하는 선형대규모 시스템이 Smith predictor[12] 형태의 비집중 제어장치에 의해 안정화 될수 있는 조건들을 간섭신호의 크기와 각 부시스템의 parameter 들을 이용하여 제시하였다.



(그림 1) 집중제어 방식



(그림 2) 비집중 제어 방식

참 고 문 헌

- [1]. N.R.Sandel, Jr. et al., "Survey of decentralized control methods for large scale systems," IEEE Trans. Automat. contr., Vol.23, pp.108-128, 1978.
- [2]. E.J.Davison and N.K.Tripathi, "The optimal decentralized control of a large power plant; lead and frequency control," IEEE Trans. Automat. Contr., Vol. AC-23, pp.312-314, 1978.
- [3]. J.H.Lim, S.H.Hwang, I.H.Suh and Z.Bien, "Hierarchical optimal control of oversaturated urban traffic networks," Int. J. Contr., Vol.33, pp.727-737, 1981.
- [4]. F.C.Schoute, "Decentralized control in packet switched satellite communication," IEEE Trans. Automat. Contr., Vol.AC-23, pp.362-371, 1978.
- [5]. A.P.Sage, "Hierarchical estimation and identification methods for large scale systems," in Handbook of Large Scale Systems Engineering Applications; M.G.Singh and A.Titli, Ed., North Holland, New York, 1979.
- [6]. T.C.Bickel and D.M.Himmelblau, "The optimal expansion of a chemical plant," in Handbook of Large Scale Systems Engineering Applications, M.G.Singh and A.Titli, Ed., North-Holland, New York, 1979.

- [7]. R.A.El-Attar and M.Vidyasager, "Subsystem Simplification in large scale systems analysis," IEEE Trans. Automat. Contr., Vol.AC-24, pp.321-323, 1979.
- [8]. D.D.siljak, Large Scale Dynamic Systems: Stability and Structure., North-Holland, New York, 1978.
- [9]. M.G.Singh and A.Titli, Systems: Decomposition, Optimization, and Control, Pergamon Press, New York, 1978.
- [10]. W.S.Chan and C.A.Desoer, "Eigenvalue assignment and stabilization of interconnected systems using local state feedback," IEEE. Trans. Automat. Contr. Vol.AC-24, pp. 312-317, 1979.
- [11]. M.Ikeda and D.D.Siljak, "Decentralized stabilization of large scale systems with time-delays," Proceedings of the 17th Allerton Conference on Cirwit and System Theory, Univ of Illinois, Illinois.
- [12]. O.H.M. Smith, "Closer control of loops with dead time," Chem.Eng.Prog, Vol.53, pp.217-219, 1957.