

매개변수적 강인제어 및 모델 식별 GUI Tool

Parametric Robust Control and Identification(PROCI) Toolbox

조태신*, 우영태*, 최선욱*, 김진호*, 김동형*, 정재윤*, 양대정*, 이재관*, 김영철*

* 충북대학교 전자공학과(Tel:043-261-2475; Fax:043-272-2475; E-mail:yckim@cbucc.chungbuk.ac.kr)

Abstract: We have developed a design/analysis tool for use with Matlab which is named as "Parametric ROBust Control and Identification(PROCI)". The tool is composed of three parts: Part i) consists of the identification of the continuous time transfer function by using either time domain input-output data or frequency response data, which might be experimentally obtained. Part ii) is the CDM synthesis of classical controller such as PID, Lead/Lag compensators. In part iii), the analysis of robustness of overall system can be dealt with. This tool allows us to analyze completely most of robustness issues with respect to the interval uncertainty

Keywords : PROCI, IDCON, Coefficient Diagram Method(CDM), Parametric Robust Control, GUI

1. 서론

제어기 설계 기술은 산업 전반의 고전적 제어 방식의 적용과 함께 현대적 제어방식을 중심으로 한 이론적인 발전을 거듭해왔다. 그러나 현장에서는 PID, lead-lag 제어기 등과 같은 고전적 제어방식의 제어기 설계방식이 적용됨에 따라 이론적 배경과 현장 기술의 연계가 절실히 필요한 현실이다. 고전적 제어방식에 의한 제어기 설계절차는 크게 다음의 세가지로 분류할 수 있다. 첫번째 단계는 고전적 제어기설계 방법은 대부분 연속시간 동적시스템의 전달함수 모델로부터 시작하므로 실제 물리적인 시스템의 3-5차 연속시간 전달함수를 구하는 것이다. 두번째 단계는 원하는 설계사양을 만족하도록 제어기 구조를 결정하고 제어기 계수를 구하는 일이다. 물리적인 제어기의 설계사양은 대부분 스텝응답에 대한 시간영역 제어성능 조건으로 나타나게 된다. 마지막으로 설계된 제어기가 플랜트 모델의 계수 불확실성에 대해 어느 정도의 안정성 여유를 갖으며, 제어성능에 어느 정도 영향을 주는지를 정량적으로 분석해야만 한다. 이러한 절차에 맞도록 제어기 설계 절차에 필요한 플랜트의 수학적 모델링, 시스템의 강인성 해석, 제어기 설계를 통합하는 제어기 설계의 한 솔루션이 되도록 개발될 필요성이 절실히 되었다.

위 요구사항에 적합하도록 개발된 Parametric ROBust Control and Identification(PROCI)의 목적은 실제 시스템의 제어기를 설계하고자 할 때 필수적으로 요구되는 모델링, 설계, 강인성해석을 할 수 있는 도구를 제공하는데 있다. 구체적인 적용범위는 연속시간 동적시스템의 식별과 고전적 제어기 구조의 설계에 있다. PROCI의 주요내용은 다음 3가지로 구성되며 기본적으로 MATLAB 환경하에서 GUI Workspace에서 실행되도록 만들어진 제어기 설계 및 해석도구이다.

첫번째 주제인 연속시간 동적시스템의 전달함수 모델 식별은 Matlab® 위에서 실행되도록 제작된 독일 DELZER-Kybernetik사의 IDCON™을 근거로 GUI Version으로 재구성하였다. 연속시간 전달함수 모델을 식별하는데는 다른 상용 Tool들에 비해 우수하여 선택하였으며 특히, 주파수 응답 Input-Output 데이터뿐만 아니라 시간응답 Input-Output 데이터를 이용한 모델 식별능력이 뛰어나다.

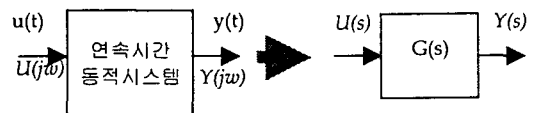
두번째 주제는 계수도법(Coefficient Diagram Method:CDM)을 이용한 제어기 설계이다. PROCI에 의해 시스템의 공칭모델이 얻어지거나, 또는 다른 경로로 모델 전달함수가 주어지면 남은 문제는 설계사양을 만족시키는 제어기 계수를 결정하는 것

이다. PROCI에서 고려하는 설계문제는 설계사양이 시간응답 성능(최대오버슈트, 정착시간, 정상상태오차)으로 주어지고 제어기구조(Configuration or Structure)는 ①PID 제어 ②관측기 구조의 고차 보상기 경우로 한정하였다. 계수도법은 플랜트의 영점이 없는 경우에는 오버슈트가 거의 없으며 임의의 정착 시간을 갖게하는 (n-1)차 제어기를 아주 쉽게 설계할 수 있다. 가령 4차의 플랜트 모델이 주어진 경우에 3차 보상기를 설계한다고 가정할 때, PROCI에서 제공하는 설계와 다른 방법으로 시도해 보면 이 Tool의 유용성이 자명해질 것이다.

마지막 주제인 "강인 안정도 해석" 부분은 이 Tool만이 갖는 핵심적인 것으로 설계된 제어기가 플랜트 모델의 계수 불확실성에 대해 어느 정도의 강인 안정도 여유를 갖으며, 제어성능에 어느 정도 영향을 주는지를 정량적으로 분석할 수 있는 도구이다. 고전적 제어기의 설계는 통상 플랜트의 공칭모델에 대하여 이루어지며, 일단 설계가 된 후 물리적인 파라미터(예로서, 질량의 변동, 관성계수의 오차, 마찰계수의 오차, 저항의 열적변화등)의 섭동범위를 고려하여 전체시스템의 강인성(Robustness)을 해석하게 된다.

2. 연속시간 동적시스템의 식별

연속시간 동적 시스템의 식별(Identification of Continuous Time Dynamic Systems :ICTDS)은 아래의 그림과 같이 동적거동을 갖는 실제 시스템의 실험적 모델링(experimental modeling) 또는 입-출력 모델링(input-output modeling)을 위한 것으로 연속시간 전달함수 형태로 모델을 식별한다.



$$G(s) = \frac{num(s)}{den(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}, \quad (n \geq m)$$

ICTDS Toolbox는 이러한 연속시간 모델 식별을 위해 독일 DELZER사가 개발한 IDCON™을 MATLAB® - GUI(Graphic User Interface)형식으로 개선시킨 것이다. IDCON™은 기본적으로 모델 대상 시스템으로부터 얻은 시간응답데이터를 이용하는 식별과 주파수응답데이터를 이용하는 식별방식으로 구성되어 있으며 간략하게 요약하면 다음과 같다. 첫번째로 시간응답 데이터를 이용한 모델 식별은 임의의 시간에 함수로 표현된