

제어공학 교육과정 및 개선방안

宋 昌 燮

한양대학교 정밀기계공학과 교수



● 1947년 4월 3일생
● 제어공학 및 유압공학을 전공하였으며, 특히 컴퓨터 응용제어 분야에 많은 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

모든 산업 분야에서 제품의 정밀성과 생산성 향상을 위하여 자동화가 추진되고 있으며 이를 뒷받침하기 위한 제어 공학의 필요성이 점점되고 있다.

생산 시스템을 자동화 하므로써 생산 원가의 절감 및 제품의 품질 향상은 물론이고, 작업 조건이 좋지 못한 곳에서의 작업도 가능하게 해 주므로 제어 공학은 생산 공장뿐만 아니라 가정용 및 사무용 설비에도 적용되고 있다. 이와 같은 상황에서 제어 공학의 필요성은 더욱 고조되고 있으며, 국내 대학의 전기 계열 공학과는 물론이고, 대부분의 기계계열 학과에서도 제어공학을 교과과정에 반영하고 있다.

그러나, 국내 대학의 기계 계열 공학과에서 설강하고 있는 제어 공학의 교과 과정은 체계화되어 있지 못한 실정이므로 이를 분석해 보고 문제점을 파악하여 개선 방안을 강구해 보는 것은 중요한 의미가 있다고 생각된다.

2. 제어공학의 교육과정

제어 공학이란 시스템의 출력이 항상 희망하는 값으로 되도록 하기 위하여 출력을 검출하여 희망 값과 비교하고 오차를 최소로 되게 하는 조절 기능을 갖춘 시스템을 해석하고 응용하기 위한 학문이라고 할 수 있다.

자동 제어 시스템은 그 기능을 달성시키기 위하여 검출 요소, 신호 전달 및 처리 요소, 조작 요소들의 유기적인 집합체로 구성되어 있으므로 제어용 기기들을 정확히 이해하고 해석할 수 있는 능력과 이들의 결합체로 형성된 제어 시스템의 특성을 분석하고 설계할 수 있는 능력을 갖도록 교육 과정을 편성하는 것이 바람직하다고 생각한다. 그러므로, 제어 이론은 물론이고, 계측 공학, 전기 및 전자 공학, 유·공압 공학 등도 자동 제어 시스템과 연관된 학문이라 할 수 있다.

2.1 제어공학의 영역

제어 시스템을 정확히 해석하고 설계할 수 있도록 하기 위해서는 시스템의 모델링법과 제어 이론이 요구된다. 제어 공학의 영역을 세분하여 열거하면 다음과 같다.

(1) 신호 해석론 : Laplace 변환, Fourier 변환 및 신호의 이산화(discretization) 등을 포함한 신호의 변환

(2) 선형 시스템론 : 선형 시스템의 표현, 상태 방정식의 해법, 선형 시스템의 실현

(3) 비선형 시스템론 : 비선형 시스템의 특성, 비선형 시스템의 해법

(4) 시스템 안정론 : 안정성의 정의 및 해석, 시스템의 안정도 판별

(5) 선형 피이드백 제어론 : 피이드백 시스템의 특성, 관측기 및 보상기의 원리 및 설계법

(6) 최적 제어론 : 최적 제어 문제의 수학적

처리 및 실현

(7) 확률 시스템론 : 확률 과정론, 확률 시스템의 표현 및 최적 제어

(8) 시스템 확인(identification) : 시스템의 모델링, 특정 입력에 의한 시스템 확인, 매개 변수 추정법

2.2 제어공학의 교과내용

제어 공학의 영역이 위에서 살펴본 바와 같이 대단히 광범위하므로 대학의 기계 계열학부 및 대학원 과정에서 이들을 모두 교과 내용에 포함시킬 수는 없는 것이 현실적이다. 그러므로, 대학의 학부나 대학원 과정에서는 제어 공학의 기초나 전공을 고려한 교과 과정을 편성하는 것이 바람직하며 제어 공학을 전공하고자 하는 기계 공학도에게 필요한 내용은 다음과 같이 정리될 수 있다.

(1) 각종 제어 요소 및 시스템의 수식적 표현(mathematical model) 및 특성

(2) 피이드 백 시스템의 특성, 오차 분석 및 안정도 판별

(3) 근계적 및 주파수 응답법을 이용한 제어 시스템의 설계 및 보상법

(4) 상태 변수를 이용한 제어 시스템의 표시, 해법, 안정도 해석, 가제어성 및 가관측성

(5) 디지털 제어 : 샘플링 및 데이터 재생의 이론적 고찰, Z-변환 해법, 마이크로 프로세서를 이용한 제어 시스템의 실현

(6) 최적 제어 : 변분법, 최대치 원리 및 동적 프로그래밍법을 이용한 최적 조건 유도, 최적 제어 법칙의 실행(implementation)

(7) 비선형 제어 : 기술 함수법, 상평면법 등을 이용한 비선형 시스템의 해석, 설계 및 안정도 판별

(8) 적응 제어(adaptive control) 및 확률 제어(stochastic control)의 개념

상기의 (1)항~(4)항은 학부 과정에서 다루고, (5)~(8)항은 대학원 과정에서 다루는 것이 바람직하나, 대학의 사정에 따라서 대학원 과정의 내용을 학부 과정에서 개념만 다루어도 무방하

다고 생각된다.

2.3 제어공학의 교육현황

임의로 샘플링한 20개의 국내 대학의 기계 계열 학과에서 실시하고 있는 제어 시스템 관련 학문에 대한 조사 결과를 토대로 하여 교육 과정 현황을 분석해 보고자 한다.

제어공학은 자동제어, 제어계통, 제어공학 등의 명칭으로 설강되고 있으나, 대부분의 대학이 3학년 2학기 이후에 설강하고 있다(표 1).

표 1 제어공학 개설 학년 현황 (샘플수 : 20개교)

개설 학교 수	개설학년 / 학기				
	3/1	3/2	4/1	4/2	불명
18	0	4	5	7	2

제어 공학을 필수로 지정하고 있는 대학은 18개 대학중 4개교에 불과하였고, 제어 공학 실험을 실시하고 있는 대학도 4개교 뿐이었으며 시스템 해석 또는 시스템 공학을 별도로 설강하고 있는 대학은 3개교에 지나지 않았다.

제어 시스템은 출력 및 주위 환경의 변수들을 정확히 검출하여 요구되는 희망값이 출력되도록 작동하여야 하므로 정밀한 신호 검출기 및 변환기가 요구된다. 그러므로 계측 공학은 제어 시스템과 불가분의 관계에 있다.

제어 공학을 설강하고 있는 대부분의 대학에서는 계측 공학도 3학년 1학기 이후에 설강하고 있으나, 일부 대학은 계측 공학을 설강하지 않고 있다.

표 2 계측공학 개설 학년 현황 (샘플수 : 20개교)

개설 학교 수	개설학년 / 학기				
	3/1	3/2	4/1	4/2	불명
13	3	4	1	3	2

3. 제어공학 교육의 문제점 및 개선방안

1950년대 후반부터 학문의 체계를 이룩한 제어공학이 국내 대학의 기계계열학과에서 개설

되기 시작한 것은 1960년대 후반이었으나, 강의는 전기공학을 전공한 교수들에 의해 이루어졌다. 그러므로, 기계계열학과의 제어 공학은 기반을 형성하지 못한 상태에서 끊임없이 발전되어 가고 있는 제어학문을 충분히 수용하지 못하고 있는 실정이다.

3.1 제어공학 교육의 문제점

제어공학의 교육과정에서 언급한 바와 같이 제어 시스템을 잘 설계하고 활용할 수 있는 실력을 갖도록 하기 위해서는 제어이론은 물론이고, 전기 및 전자공학, 계측공학, 유공압공학 등, 많은 학문을 필요로 하나 국내의 대부분의 기계계열학과에서는 한정된 교과 과정 시간 내에 기계공학도로서의 필수과목인 각종 역학 과목에 많은 시간을 할애하여야 하는 관계로 제어공학이 체계적으로 설강되어 있지 못한 실정이다.

극히 일부의 대학에서는 제어공학의 강의와 실험을 병행하고 있으나, 대부분의 대학은 제어공학의 강의만을 1학기 동안 실시하고 있다. 그러므로, 제어공학의 개념이 생소한 기계계열공학도들은 제어 시스템을 해석하고 설계하는데 기본이 되는 제어이론을 충분히 이해하지 못하게 되고, 제어공학을 어려운 학문으로 인식하기도 한다.

3.2 제어공학 교육의 개선 방안

전술한 제어공학 교육의 문제점을 감안하여 개선 방안을 다음과 같이 강구할 수 있다.

(1) 교과내용 및 강의방법

개설 학점의 한정으로 인해 제어공학에 많은 시간을 할애할 수 없는 형편이므로 제어시스템을 해석하고 설계할 수 있는 기본 실력을 배양시키는데 꼭 필요한 내용들을 정리하여 학생들이 이해하기 쉽도록 해야 한다. 국내 대부분의 대학에서는 외국의 원서를 그대로 사용하고 있거나 번역한 교재를 사용하고 있는 실정이므로 용어의 혼동은 물론, 우리의 교육 여건에 맞지 않은 면도 많으므로 우리의 교육 현실을 감안

한 교과서의 개발과 강의 방법을 연구해야 한다. 제어공학을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 예제를 충분히 제공하기 위해서는 제어용 프로그램 패키지를 활용하는 것도 좋은 방법이 될 것이다.

현재 개발되어 있는 제어용 프로그램 패키지(control program package)에는 CTRL-C, SIMNON, CC(Comprehensive Control), PC-MATLAB with control designer's Tool Box, DACS(Design and Analysis of Linear Control System) 등이 있다.

(2) 실험시간 및 시설의 확충

제어공학 관련 실험장치 및 기기들은 대부분이 고가이므로 대학의 학생 실습비나 개인 연구비로 장만하기는 거의 불가능한 실정이므로 대부분의 기계계열학과에서는 제어공학 실험을 실시하지 않고 있다. 그러나, 제어 시스템의 특성을 쉽게 이해시키는 방법은 실험을 통한 설명이므로 제어공학의 이론강의와 병행한 실험을 반드시 수반해야 하며 실험시설의 확충이 필요하다.

기계계열학과용 제어실험장치는 문교부의 실험장비 기준에도 아직 제시되어 있지 않지만, 다음과 같은 실험장치 및 기기들이 개발되어 있으므로 구입하여 활용할 수 있다.

○ 전기-기계식 서보 실험장치(electromechanical servosystem demonstrator)

○ 전기-유압식 서보 실험장치(electrohydraulic servosystem demonstrator)

○ 공기압 서보 실험장치(pneumatic servosystem demonstrator)

○ 프로세스 제어용 모의 실험장치(process control simulator)

○ 애널로그 컴퓨터(analog computer)

이외에도 신호의 발생, 처리, 기록용 계기인 전원장치(power supply), 신호발생기(function generator), 기억용 오실로스코프(storage oscilloscope), X-Y 레코더(X-Y recorder), FFT해석기(FFT analyzer) 및 A/D 변환기, D/A 변환기 등이 필요하다.