

制御計測工學科의 특성과 개선안

南 副 熙

(江原大 制御計測工學科)

1. 序 論

工學은 인류의 이익을 위하여 본질적인 힘과 물질을 이해하고 제어하는 데 관심을 두고 있다. 특히 制御 시스템 공학은 유용한 경제적 생산을 사회에 제공하기 위하여 소위 시스템이라 불리우는 그것들 주위의 부분들을 이해하고 합성하여 제어하는 데 관련되어 있다. 제어 시스템은 요구된 시스템의 응답을 줄 시스템의 配列을 만드는 요소들의 상호 연결이다.

制御工學은 우선 빛, 온도, 압력, 전압, 전류 등과 같은 물리적인 제량들을 측정하는 센서(sensor), 변환기(transducer) 및 계측기류와 전기 모터, 공유압동작기(actuator) 등의 동작 원리를 이해하고 시스템의 모든 요소들을 모델링(modelling)하는 것이 필요하다.

이러한 수학적 모델을 가지고 시스템 및 제어 이론을 적용하여 희망하는 목표에 도달할 수 있도록 제어 법칙을 설계하고 전기·전자 및 기계적 요소, 컴퓨터 등을 사용하여 제어기를 만들고 그 특성을 계측하고 해석한다.

제어공학의 대상은 가전 제품의 자동화에서부터 산업용 로봇에 의한 생산 공장의 자동화(factory automation) 분야까지의 제어를 포함하며, 주변의 응용 분야로는 시스템 이론과 컴퓨터 기술에 의한 사무 자동화(office automa-

tion), home automation, building automation 및 교통, 환경, 의용 생체, 경제 시스템 등의 제어가 있다.

기존의 공학 분야인 전기, 전자, 전산, 기계, 생산, 화학, 산업공학 등을 바탕으로 시스템의 자동화, 초정밀화, 인공지능화, 무인화, 고신뢰화 등을 가능하게 한 制御計測工學은 현대의 고도 산업 사회를 이끄는 주역으로 그 중요성은 날로 높게 인식되어 가고 있다.

본 학과에서는 이러한 능력을 갖춘 기술자가 되기 위한 교육을 하며, 이러한 분야의 이론의 발전과 응용에 관한 연구를 하고, 기술 및 자료를 축적하여 산업계와 밀접한 관계를 유지하고 기술 및 정보를 교환하여 각종 계측 기기 및 계

〈표 1〉 전국의 '제어' 중심 공학과

학 과 명	설치 대학
제어계측공학과	강원대, 광운대, 고려대(분교), 서울대, 서울시립대, 조선대, 중앙대, 창원대, 한국해양대, 한양대(분교), 호서대
제어공학과	아주대
자동화공학과	인하대
전자제어공학과	금오공과대
전기제어공학과	홍익대

장 시스템, 자동 제어 시스템 및 이에 관련된 산업 분야의 기술과 학문을 발전시키는 데 기여하는 것을 목표로 하고 있다.

1979년에 서울대, 1986년에 亞洲大, 1987년 江原大에 각각 학과의 신입생을 모집한 이후 1988년과 1989년에 여러 대학에 학과가 신설되었으며, 그 대학과 명칭은 앞의 <표 1>과 같다.

2. 制御計測工學의 特性

Microelectronics의 발전과 컴퓨터 및 그 관련 기술 그리고 신소재 등에 힘입은 기계 요소 기술의 발달로 종래의 노동집약적인 소품종 다량 생산 체제가 기술집약적인 다품종 소량 생산 체제로 변화하고 있다. 따라서 높은 생산성·유연성(flexibility) 및 효율성이 제품 생산에 가장 중요한 요소로서 인식되게 되었으며 이들의 실현을 위한 자동화 개념이 널리 사용되게 되었다. 종래의 자동화는 작업자의 개입을 배제한 일련의(sequential) 체계를 일컫는 hard automation 인 데 반해 현재는 작업자가 software program 을 변경시켜 다양한 수요에 적절한 대처를 가능케 한 flexible automation으로 발전되어 가고 있다.

특히 생산 산업의 공장 자동화(FA)를 이루는 기본 요소로는 FMS(flexible manufacturing system), CAD/CAM(computer aided design and manufacturing), interface system, 정보관리 네트워크 등으로 대별될 수 있다. FMS는 NC(numerical control) 공작 기계에 로봇을 부착시켜 운영되는 FMC(flexible manufacturing cell)들의 조합으로 구성되며, CAD/CAM은 CAE(computer aided engineering)에 힘입어 제품의 설계 및 공정 계획을 컴퓨터에 의하여 접합시켜 설계에서 생산까지 일괄 자동화를 추구하는 CIM(computer integrated manufacturing) 시스템으로 발전되어 왔다. 또한 interface 시스템은 관련 sensor에 의한 변수의 흐름을 제어하고, 정보 관리 네트워크는 컴퓨터에 의한 생산 관리와 공정 관리를 포함하게 된다.

제어 계측 분야는 산업체의 FA에 내포되는 기술로 크게 대표되고 있으며, IC 기술이 계속 발

전됨에 따라 제어 장치들의 시스템化 對像도 점차 커져 가고 있다. 또한 플랜트 제어 시스템 등에서 cabling 가격 절감, 신뢰성 향상, 신호의 精巧性, 운전의 安定性 및 效率性, 제어 시스템의 縮小化 및 擴張性의 장점 때문에 分散制御 방식이 빠른 속도로 보급되고 있다.

산업 및 생활에 대한 자동화뿐만 아니라 제어 계측 기술은 의학계에까지 깊숙히 파고 들어 醫用生體工學을 탄생시켰다. 즉, 컴퓨터를 이용한 自動診斷機나 병원의 自動化가 보급되어 廣域診療 시스템化가 이루어질 것이고, AI나 expert system에 의한 豫防醫學이 연구·개발되고 있으며, 人工臟器와 같은 人體內의 治療器가 實用化될 것이다. 또한 simulation의 발달로 人間의 意志에 따라 움직이는 電子義手 등이 보다 人間의 것과 비슷하게 발전하여 산업용 로봇보다 유연하게 될 것이다. 새로운 에너지 기술인 레이저나 플라즈마 放電 등의 제어 기술이 의학에 응용·실용화되어 진단이나 치료법을 향상시키고 있으며, 신호 처리 기술의 발달로 生體 내부를 3次元 像으로 볼 수 있게 될 것이다.

3. 敎育 및 研究 內容

제어계측공학의 전공 분야는 그 형태에 따라 다음과 같이 분류된다.

- 제어이론 : 선형시스템, 비선형시스템, 최적 제어, 적응제어, 확률제어, 추정 및 식별, 대규 모 시스템

- 컴퓨터 : 구조, 알고리즘, network, 인공지능, CAD, CAE, expert system, 신경회로

- 신호처리 : sensor, 계측, 음영상 신호처리, 통신, 패턴인식, lasers, 광전자, 의용생체공학

- 산업응용 : robotics, 전력전자제어, servo 제어, 공정제어, 수차제어, 유도 및 항법제어, 컴퓨터 관련 각종 자동화(FA, HA, BA, OA 등)

제어 관련 공학 중 제어계측공학 분야는 자동화 기술을 전기전자공학에 기반을 두고, 자동화 또는 생산공학 분야는 기계 및 기계설계공학에 기반을 두고 있는 실정이다. 두 학과가 시스템의 자동화를 목표로 하는 것은 공통이다. 그 교육 범위가 광대하므로 相補 관계가 적절히 유지

〈표 2〉 江原大 제어계측공학과 교육과정

학년·학기	구분	교과목명	학점 및 시간	
1-1	전필	담임세미나 I (Tutorial Seminar I)	1-0-2	
		회로소자 및 실험(Circuit Elements & Lab.)	2-1-3	
1-2	전선	담임세미나 II (Tutorial Seminar II)	1-0-2	
		계측기기 및 실험(Measurement Apparatus & Lab.)	2-1-3	
		회로이론 I (Circuit Theory I)	3-3-0	
	전선	컴퓨터그래픽(Computer Graphics)	1-0-3	
2-1	전필	담임세미나 III (Tutorial Seminar III)	1-0-2	
		회로이론 II 및 연습(Circuit Theory II & Practice)	3-2-2	
2-2	전선	전자회로 및 실험 I (Electronics & Lab. I)	3-2-3	
		담임세미나 IV (Tutorial Seminar IV)	1-0-2	
		디지털논리 및 실험(Digital Logics & Lab.)	3-2-3	
	전선	전자회로 및 실험 II (Electronics & Lab. II)	3-2-3	
3-1	전필	담임세미나 V (Tutorial Seminar V)	1-0-2	
		마이크로컴퓨터 및 실험(Microcomputer & Lab.)	3-2-3	
3-2	전선	자동제어 I (Automatic Control Theory I)	3-3-0	
		제어기기 및 실험(Control Machines & Lab.)	3-2-3	
		전자장이론(Electromagnetics)	3-3-0	
	전선	제어방법론(Control Methodology)	2-2-0	
3-2	전필	담임세미나 VI (Tutorial Seminar VI)	1-0-2	
		자동제어 II (Automatic Control Theory II)	3-3-0	
3-2	전선	회로해석 및 합성(Network Analysis & Synthesis)	2-2-0	
		기계역학 및 실험(Mechanical Dynamics & Lab.)	3-2-3	
		음영상 및 실험(Audio-Video Processing & Lab.)	3-2-3	
	전선	확률제어해석(Random Process Analysis)	3-3-0	
	전선	디지털계측 및 실험(Digital Measurement & Lab.)	2-1-3	
	전선	현장실습(Practice in Factory)	1-0-1	
4-1	전선	담임세미나 VII (Tutorial Seminar VII)	1-0-2	
		현대제어론(Modern Control Theory)	3-3-0	
		디지털제어(Digital Control Theory)	3-3-0	
		시퀀스제어 및 실험(Sequence Control & Lab.)	3-2-3	
		통신이론 및 기기(Communication Theory & Devices)	3-3-0	
		전력전자제어 및 실험(Power Electronics & Lab.)	3-2-3	
		산업공정제어(Industrial Process Control)	3-3-0	
		디지털신호처리(Digital Signal Processing)	3-3-0	
		4-2	담임세미나 VIII (Tutorial Seminar VIII)	1-0-2
		로봇제어 및 실험(Robot Control & Lab.)	3-2-3	
수치제어 및 실험(Numerical Control & Lab.)	3-2-3			
감응소자 및 실험(Sensor-transducer & Lab.)	3-2-3			
최적제어이론(Optimal Control Theory)	3-3-0			
의용생체공학(Bio-medical Engineering)	3-3-0			
신뢰도공학(Reliability Engineering)	3-3-0			
제어시스템설계 및 제작(Control System Design & Ass.)	3-3-0			

되도록 교과목이 선정되어 있는 현실이다. 앞의 <표 2>에 江原大 제어계측공학과와 학부 교육과정이 나타나 있다.

그 교육 내용은 전기전자이론, 시스템 및 자동제어이론, 센서 및 계측공학, 써보 시스템, 신호처리 등의 분야에 대하여 강의가 제공된다. 電氣·電子理論 분야에서는 電磁氣學, 回路理論, 트랜지스터 및 OP 증폭기 등의 電子소자, 디지털 소자, 마이크로 프로세서, 디지털 시스템 설계 등을 다룬다. 시스템 및 自動制御 분야에서는 Z-transform, Laplace-transform, Fourier-transform 등의 선형시스템 理論 및 Root-locus, Nyquist plot, Bode plot 등을 사용한 시스템의 안정도 판별 및 안정된 시스템의 설계에 대하여 공부한다. 센서 및 계측기 분야에서는 온도, 압력, 가속도 등을 측정하는 센서들의 작동 원리 및 계측기의 소자, 의공학 분야에서의 응용 등이 다루어진다. 또한 플랜트 자동화 시스템의 이해를 돕기 위하여 계장 제어 시스템 설계에 관하여 강의가 제공된다. 써보 시스템 분야에서는 AC 모터, DC모터, 공유압 구동 제어 기기에 대하여 공부한다. 그리고 기본적인 신호처리론에 관한 과목들이 제공되며 이밖에도 열 및 유체역학, 공업 역학 및 기초적인 확률 시스템에 대하여도 강의가 제공된다. 講義 內容의 理解를 돕기 위하여 기초적인 電氣電子 實驗, 마이크로 프로세서 實驗, 디지털 시스템 실험, 공유압 시스템 실험이 전 학년을 통하여 제공되며, 많은 경우에 컴퓨터를 사용하여 문제를 푸는 훈련을 한다. 그리고 이러한 교육 분야를 바탕으로 모터 제어, 로봇공학, 의용생체공학 등에 컴퓨터(혹은 마이크로프로세서)를 사용한 제어 이론의 응용과 적응시스템, 대형시스템, 최적제어, 推定論, 不規則 신호시스템, 로봇공학, 언어처리, 영상처리, 패턴 인식, 항법 및 유도 제어 등에 관한 연구를 한다.

졸업 요건으로는 정규 교과목의 학점 이수 이외에 서울대를 비롯한 여러 대학이 졸업 논문을 필수로 작성·발표하여 통과되어야 하도록 되어 있다. 방학중 또는 학기중에 대학원생 또는 지도 교수의 지도하에 뚜렷한 기능을 갖는 시스템의 완성이나 이론 정립을 위한 논문을 작성시킨

다. 일례로 micromouse, PLC(programmable logic controller) 등의 신기술 및 이론의 소재를 가지고 설계·제작·개발·시험하는 단계를 체계적으로 문서화시켜 대학교육의 실용화를 꾀하고 있다. 그외에 졸업 요건으로 기초전공 교과목과 어학에 대한 자격 시험을 부과하는 대학도 있다.

실험실에 따른 실험 장비는 대학별 특성에 따른 차이가 많이 있을 수 있다. 대체로 다음과 같은 機器 및 시스템이 강원대학교 제어계측공학과에서 쓰이는 것들이다.

- 기본 계측기기(oscilloscope, function generator, power supply, LCR meter) 등
- Analog 및 Digital 교육 시스템
- 제어용 컴퓨터(범용 CPU 및 one-chip processor)
- MDS(microprocessor development sys.)
- Image Processor System
- Data Acquisition System
- DC/AC Servo System
- Robotics and Processing System
- Numerical Control System
- Programmable Logic Controller
- Logic State Analyzer
- 변환 또는 구동용 PC用 Interfacing Board

4. 問題點 및 改善 方案

1) 新設學科

서울대 제어계측공학과는 현재 박사까지 배출하여 성숙 단계에 이르렀으나, 대부분의 다른 대학의 학과는 교수 연구실 및 실험실의 공간, 실험 기기, 교수 총원 등이 부족한 상태로 있는 실정이다. 또한 제어계측공학과가 기존의 다른 공학과와 한 전공에서 산업계의 많은 요구를 충족시키기 위하여 독립된 학과로서 설립은 되었으나, 산업 사회와 과학기술 행정에서의 마땅히 누려야 할 권리와 위상의 정립이 아직은 진행되어 가고 있는 상태에 있다. 제어계측공학과와 계획이 대학의 마스터 플랜에 반영되도록 구성원의 노력이 요청되며, 시대적 그리고 산업적 위치와 중요성을 강조하고 재원 확충을 하여 하루

라도 빨리 정상 궤도에 오르게 하여야 한다.

2) 特性化 및 學制教育

제어계측공학과와 전 분야를 담당할 교수진을 갖추기가 우리나라 실정에서는 어려우므로 각 대학의 실정에 맞게 몇 개의 분야를 특성화시켜서 집중 교육이 되게 하여 이론의 중무장과 더불어 현장 문제를 직시할 수 있는 생동감 있는 교육이 되어야 한다. 또한 制御計測工學科와 生産工學科와 같이 自動化를 중심으로 볼 때 상보 관계에 있는 학과끼리 공통 과목의 확충과 서로 다른 분야의 교과목에 대한 전공 선택 과목을 교환하여 상부상조함이 바람직할 것이다. 또한 인접의 전기, 전자, 기계, 산업, 컴퓨터공학 등의 학과와의 교류가 기대될 수 있다.

3) 實驗 敎科目

제어계측 분야의 정밀급 측정 장비나 개발 장비를 갖추려면 상당한 시설 투자가 요구되며 실험 과목의 개설에는 관련 교수진의 적극적인 참여와 인식하에서 실용적인 프로그램 개발을 필요로 한다. 일례로 로보트공학의 이론 전개가 실험 과목에서 거의 상응되어 나타나도록 프로세스 시스템을 구성하고 소프트웨어를 주입시켜 현장을 재현시키는 응용 과목이 되어야 한다.

4) 産學協同

제어계측공학은 산업계의 요청에 따른 필연성에 따른 존재이므로 학문상의 안주에서 탈피한

現場과의 꾸준한 對話가 절실한 분야이다. 업계의 문제점을 파악하고 해결하며 선진 기술로 기존의 것을 과감히 대체시켜 학문 세계와 산업 세계가 난형난제하면서 서로를 선도시켜야 한다.

대학은 산업체에 필요한 기술을 제공하고 산업체 인력에 대한 전문 분야 재교육의 기회를 제공하며, 대학에서는 교육의 실용화를 위하여 상호간의 교류 및 협동이 활발히 이루어져야 한다.

5) 研究所 活用

학문 연구가 대학—연구소—산업체로 오르내리는 feedback의 순환을 꾀게 하기 위하여 중간 역할을 담당할 연구소의 활용이 요구되고 있다. 정부 주도 및 산업체 연구소와의 긴밀한 협조 체제를 갖출 필요가 있으며, 특히 최근에 汎大學的으로 設立된 서울大 안의 자동화시스템 공동 연구소는 자동화 기술 보급뿐만 아니라 제어계측의 전 분야에서 적지않은 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

5. 結 言

제어계측공학과와 位相이 올바르게 定立될 수 있도록 다각적인 노력이 요구되며, 대학의 기초 이론과 산업계의 현장 경험을 活用·接合시켜 技術移轉, 人力訓練, 情報交換을 통하여 전체 기술 개발 시스템을 효율적으로 추진해야 할 것이다. *