

CASE 기술특집: 21세기를 위한 제어, 자동화, 시스템 공학 교육 (1)

공과대학 신입생을 위한 설계 교과목

이장규*, 신종계**

* 서울대학교 전기공학부, ** 서울대학교 조선해양공학과

1. 머릿말

“우리나라 공과대학 교육은 제대로 되고 있는가?” 이 질문은 공학 교육을 맡고 있는 공과대학 교수들이 심각하게 생각해 보아야 된다. 하루가 다르게 기술이 발전되고 산업이 바뀌어 나간다. 공과대학을 둘러 싸고 있는 환경이 바뀌며, 그에 따라 새로운 공학 교육을 요구하고 있다. 우리는 과연 요구에 부응하여 미래를 대비할 수 있는 공학자를 키워 내고 있는지, 21세기에 활동할 학생들에게 19세기식 교육을 시키고 있는 것은 아닌지 자문해 볼 필요가 있다.

우리는 현재 공학과 기술이 급변하는 시대에 살고 있다. 각종 첨단 자동화 기계와 로봇의 출현, 무엇보다도 컴퓨터의 발달로 인한 설계·해석·생산의 전산화, 통신·정보의 확산 등으로 혼란스러운 정도의 용어들이 매일 쏟아져 나오고 있다. 공학이라는 의미로 쓰이는 engineering이 들어간 용어만 해도 동시공학(concurrent engineering), re-engineering이 있고, 전자상거래를 뜻하는 CALS/EC(Commerce At Light Speed/Electronic Commerce), PDM(Product Data Management), CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 등이 언론에 자주 오르내리고 있다.

미래의 공학기술자는 과학, 기술, 정책, 경영이 복합화된 애매하고 복잡한 문제를 해결할 능력을 갖추어야 한다. 또한 기술도 기계, 재료, 전자, 화공 등 공학내의 많은 분야들이 연관된 문제들이 많아짐에 따라 이러한

복합문제(multidisciplinary projects)를 해결하여야 한다. 그러한 복잡한 문제들을 인지하고 해결하여야만 교수로, 연구원으로, 현장 기술자로, 경영자로, 또 정책입안자로서의 참된 역할을 할 수 있다.

공과대학 졸업생들에게 요구하는 사회의 기대는 크고 다양하다. 그 중 가장 기본이라고 할 수 있는 것이

- (1) 공학(engineering)에 관한 개념을 이해하고,
- (2) 협동을 통해 다른 분야를 종합화(integration 또는 synthesis)할 수 있는 능력

을 가지고 있어야 한다는 것이다. 이 두분야를 공과대학 1학년과정에서 습득해야 하는 것은 매우 중요한 일이다. 이 때에는 특정한 공학적인 이론(theory)보다는 공학의 다양한 개념을 실습(practice)을 통하여 스스로 정립하게하여 후에 배우게되는 이론교육의 중요성을 인식하고, 또 이론교육만으로는 부족하기 쉬운 실제적 공학 설계능력을 갖추게 하여야 한다. 또한 자신의 전공뿐만 아니라 기본적으로 공대의 여러분야를 포괄적으로 이해하는 경험을 하여야 하겠다.

이 글에서는 공과대학 신입생을 위한 설계 교과목을 소개하고자 한다. 우선 설계 과목을 새롭게 정의하고, 서울대학교 공과대학과 외국대학에서 실시되고 있는 설계 교육을 소개한 후, 신입생들에게 적절한 설계 과목에 대하여 기술할 것이다.

2. 설계과목의 정의

여기서 '설계(design)'라 하면,

- * 목적 및 평가기준 설정(establishing objectives and criteria for measuring those objectives),
- * 종합 구성(synthesis),
- * 해석(analysis),
- * 제작(construction),
- * 성능 확인(testing),
- * 평가(evaluation)

과정을 포함하는 포괄적 의미의 'design'을 말하는 것으로서, "주어진 목표(stated objectives) 달성을 위한 자원(resources)의 최적 활용, 즉, 최선의 방안(solution)을 찾아내기 위하여 수학, 과학, 공학적 지식을 적용하는 의사결정 과정"이라고 할 수 있다. 외국의 많은 대학들이 이와 같은 과목 명칭에 integration, project 또는 synthesis라는 단어를 사용하고 있다.

Design 교과목 또한 이러한 내용과 경험을 학생들이 갖도록 하는데 초점이 맞추어져야 한다. 또, 이러한 목적을 효율적으로 달성하기 위하여서는 일반적으로 design 교과목이 다음과 같이 운영되어야 한다.

- * 결론이 정해져 있지 않은(open-ended)문제가 주어지고

- * 팀을 구성하고
- * 각 개인이 창조성을 발휘할 수 있어야 한다.

나아가서 각 팀은, 주어진 문제의 해를 도출하기 위하여,

- * 주어진 문제를 정확한 사양을 포함하는 공학 문제로 서술하고(formulate an engineering problem statement with engineering specifications,)

- * 목표 달성 가능성과 함께 여러가지 해법들을 검토하고(consider the feasibility of alternative solutions,)

- * 설계 단계에서부터 생산 및 조립까지 검토하며(consider manufacturing & assembly, and)

- * 경제적인 측면, 안전성, 신뢰성, 미적 감각, 윤리성, 사회 및 환경 영향과 같은 제약 조건들을 포함시

키는(include necessary constraints, such as economic factors, safety, reliability, aesthetics, ethics, and social and environmental impact,)

등의 과정을 꼭 거치도록 하는 것이 중요하다.

결론적으로, 이 글에서 말하는 설계란 산업디자인과 같은 물건의 외형을 뜻보이게 하는 것이 아니고, 생산 등 제품의 다른 공정의 일부로서의 설계를 뜻하는 것도 아닌 포괄적인 의미를 갖고 있다. 즉, 제품의 기획, 재료 선정, 설계, 제작, 평가 등 제품에 관련된 모든 관련 정보를 의미하며 근래 이러한 의미를 한 단어로 제품모델링(product modeling)이라고 한다. 한 예로써 MIT 기계공학과에서는 학생들에게 필수 과목으로 제품공학프로젝트(product engineering project)를 제공하고 있다.

3. 서울대학교 공과대학의 설계 교육 현황

서울대학교 공과대학에서는 앞에서 정의된 설계 과목을 개설하여 학과별로 부분적으로 학생들에게 설계 교육을 실시하고 있다. 여기서는 대표적인 몇가지만 간단히 소개한다. 자세한 것은 참고자료 [1]을 참조하면 된다.

3.1 컴퓨터공학과

3학년 2학기에 설계프로젝트 1 (1학점)과 4학년 1학기에 설계프로젝트 2 (2학점)과목에서 학생수는 대개 25명 ~ 40명으로 비슷한 관심분야를 갖는 몇 명(대부분 2 ~ 4명)이 한조가 되어 설계실험을 진행한다. 각조는 구현하고 싶은 설계 주제를 선택하고, 교수와 조교는 그 주제의 타당성여부를 검토한다. 타당성이란 선택된 주제를 1년안에 학부 3,4학년의 지식 및 경험 수준으로 구현할만한 가치와 가능성이 있는가를 말한다. 일단 조별로 주제가 결정되면 격주로 수업시간에 진행상황을 보고하는 형식으로 운영된다. 각조별 발표시간은 15 ~ 30분정도이다. 설계 구현 주제로 다음과 같은 내용이 수행되고 있다.

- Z-80 CPU의 설계와 제작

- 3차원 채팅과 가상백화점을 위한 3차원 그래픽 엔진
- 지문인식을 통한 잠금시스템 제작
- 프랙탈 이미지 압축
- 수강신청이 가능한 전화기 개발
- 이동가능한 로봇 제작(mobile robot)
- 맵인용 웹 브라우저 개발
- 멜로디 인식기(melody recognizer)

3.2 기계설계학과

3.2.1 기계공학개론

모든 수강생들은 2인 1조로 달걀 낙하 콘테스트를 한다. 종이를 달걀운반 기구를 만들고 그 안에 달걀 2개를 넣은 후 14.2 m 높이에서 자유낙하시키며 달걀이 깨지지 않아야 한다. 낙하시간이 짧을 수록 그리고 기구의 무게가 가벼울 수록 높은 점수를 얻는다.

* CONTEST 기계장치

1. 달걀 2개를 담고, 14.2 m (빌딩 4층) 높이에서 시멘트 바닥에 놓여 있는 900 x 1,800mm 크기의 철판 위로 낙하시켰을 때, 달걀 2개에 전혀 손상이 없이 안착시킬 수 있는, 종이, 실 및 접착제 종류로만 구성된 기계장치.

2. 평가 150% = 달걀 파손 여부 75% + 낙하 시간 35% + 기계장치의 무게 40%

(1) 각 항목별 순위를 매겨서 각 항목별로 각각 3점, 2점, 1점씩 팀 점수가 내려간다

(2) 시간은 0.01초 단위로, 무게는 g 단위로 측정함.

3.2.2 응용고체역학

본 과목에서는 서울대학교 기계 계열 학부생을 대상으로 교과과정상의 이론, 실험/실습의 내실화를 위해 응용고체역학 과제를 수행하였다. 이 과제의 주 목적은 학부생들이 공학도가 갖추어야 할 engineering sense를 습득하고 독자적으로 신모델을 개발할 수 있는 설계능력을 확보하도록 하는 것이다. 이 과제의 연구주제는

대우자동차에서 추천해 준 자동차용 동하중 측정장치, 즉 로드셀의 설계로 선정되었다. 로드셀은 신차 시험 평가에 매우 중요한 역할을 하는 것으로서 현재 자동차 제조 회사에서 자체 개발에 박차를 가하고 있는 부품이다. 이 과제는 과제 책임자 지도 아래 ‘응용고체역학’ 과목을 수강하는 학부생 9개 팀에 (1팀 3인) 의해 수행되었다.

3.3 화학공학과

설계교과목이 별도로 제공되고 있지는 않으며, 4학년을 대상으로 하는 “공정해석 및 설계(Process Analysis and Design)”, “화학공장설계(Chemical Plant Design)” 교과목 등에서 Process Design과 Plant Design을 다루고 있고, 한국화학공학회 차원에서 시행하고 있는 “Plant Design Competition”에 매년 2-3개 팀이 약 5개월 동안(5월-10월) 준비하여 참가하고 있는 실정이다. 타 대학 화학공학과와의 경우에도 거의 비슷한 실정이다.

3.4 조선해양공학과

2학년 구조역학과목에서 Truss Contest를 하고 있다. 1996년에 처음 시행되었는데, 주어진 재료('96년에는 수수깡)를 사용하여 주어진 하중에 견디는 트러스 교량 구조물을 만들어 가장 잘 만들어진 구조물을 선발하는 교육의 한 부분이다. 창의적인 관점에 의해 설계(design)를 하였는가에 대한 평가, 하중을 가했을 때 부서지지 않고 견디어 내야 하고(engineering) 이를 미리 수업에서 배운 방법으로 계산을 하여 제출한 것에 대한 평가, 구조물의 한 part를 잘라 안전성을 유지하는 잉여구조(redundent structure)개념이 포함되어 있어야 하고, 하중에 견디어 낸 구조물 중 가장 적은 재료(economy)로 만들어진 구조물을 최종 우승으로 선정하고 있다. 여기에는 설계, 해석, 제작, 경제성의 과정이 결합된 종합적인 개념을 평가하기 위하여 시행되고 있다.

또한 매년 대한조선학회에서 주최하는 ‘선박설계 경연대회’에 3~4학년 학생들이 참가하고 있는데 이를

위하여 학회 산하 설계연구회 회원인 각 조선소의 설계 실무 담당자들이 여름방학에 3일정도 실무 설계교육을 시행해 오고 있다.

3.5 공업설계

3.5.1 공업설계 교과 내용

아직 공학의 개념이 확립되지 않은 2학년 학생들이 정해진 재료를 가지고 지혜를 짜고 서투른 기술로 기구를 직접 만들어 공학의 의미를 체험할 수 있도록 하는 것이 본 과목의 목적이다. 기계, 전자 기구의 설계 및 제작 실습을 통하여 설계 및 제작에 대한 기본 감각과 창조성을 키우는 데에 목적이 있다. 특히 이론 중심의 공학교육에서 벗어나서 실습 경험을 체득시킴으로써 명실상부한 공학도의 육성을 하고자한다.

서울대학교 공과대학 기계, 전기계열의 학부 2학년 학생을 대상으로 하며 학기초에 설계의 기본원칙, 기구학, 가공방법 등을 약 6주간 강의한다. 이와 동시에 간단한 공작기계의 작동 실습을 한다. 1주일에 강의 2시간, 실습 2시간 (총 3학점)으로 구성된다. 학기 제 7주에는 학생들이 설계, 제작할 로봇의 용도를 발표하며 로봇 제작용 재료 세트를 나누어준다. 각자가 주어진 규칙안에서 자유롭게 설계, 제작한 로봇으로 제 12주에 예비 Contest를 실시하고 제 13주에 서울대학교 문화관에서 Tournament 방식의 Contest를 실시한다. Contest 성적 및 설계 제작한 기구의 창의성 등을 고려하여 종합평가하여 수강학생중 8명을 선발하여 International Design Contest (IDC)에 파견한다. 또한 공업설계과목에 외국교수 (MIT 교수 또는 동경공업대학 교수)를 초청하여 특별강의를 한다.

공업설계과목은 미국 MIT 기계공학과에서 약 20년 전부터 시작하였으며 1990년에 일본의 동경 공업대학, 영국의 Cambridge 대학, 그리고 독일의 Darmstadt 대학이 합류하여 공동으로 과목을 개설하고 여름방학에 학생대표들이 한자리에 모여서 국제 설계대회를 갖게 되었다. 서울대학교는 브라질의 Sao Paulo대학과 함께 1993년부터 공업설계과목을 개설하였으며 또한 국

제 설계대회에 참가하기 시작하였다.

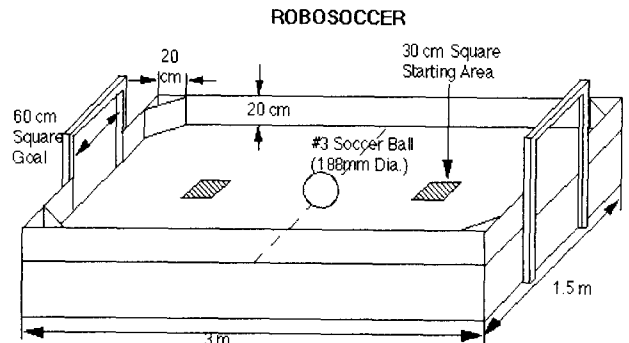
3.5.2 로봇 경연 대회

이 과목에서는 학생들이 설계, 제작한 로봇을 이용하여 학기말에 “로봇 경연 대회”를 갖는다. 매년 실시되는 “로봇 경연 대회” 중 1994년에 실시된 “로봇 경연 대회”를 소개한다.

1994년 로봇 경연 대회

1994년의 로봇 경연대회 내용은 원격 유선 조정되는 로봇을 가지고 토너먼트 방식의 축구를 하는 것이었다. 각 경기자는 2인 1조로 재료세트에 있는 재료만을 이용하여 30cm X 30cm X 30cm 의 공간에 들어가는 유선조정 로봇을 만든다. 경기시간은 45초이며 경기 중 상대방을 방해할 수도 있고 상대의 공을 뺏아올 수도 있다. 단 로봇의 총 무게는 4kg을 넘지 못한다. 공의 절반 이상이 상대편 골을 통과한 순간 점수를 인정하며 다음의 조치가 뒤따른다.

- 가. 전광판 시계를 경기가 재개될 때까지 멈춘다.
- 나. 공과 로봇을 시작 지점(starting area)에 위치한 후 경기를 재개한다.



To design and build a remotely controlled device to play RoboSoccer.

The ball starts in the middle. The winner is the machine that scores more. The machine scores when the ball passes halfway through the opponent's goal. In case of a tie, the winner is the machine that does not have the ball in its half of the playing field at the end of the contest. If the ball does not move, then there are no winners. The contest lasts for 60 seconds.

로봇을 구동하기 위한 주요 에너지원은 공기 실린더를 움직이는 압축공기와 직류모터를 구동하는 전기이다. 이 에너지원은 유선으로 로봇에게 공급되며 유선 조절기의 스위치를 조작하여 제어한다. 로봇 제작에 사용하도록 배급된 재료는 전기 모터 4개, 공기 실린더 2

개, 나무판자, 알루미늄 판, 종이상자, 플라스틱 호스, 스프링, 고무줄 등 주위에서 흔하게 구할 수 있는 것들이다. 다음의 예외를 제외하고는 주어진 재료만을 이용하여 로봇을 제작하여야 한다.

가. 집착의 용도로 집착제를 사용하는 것.

나. 단순한 지지나 고정을 위해 볼트, 너트, 와셔를 사용하는 것.

다. 전기적 절연을 위한 용도로 집착 테이프를 사용하는 것.

라. 자신의 로봇에 대해 마찰을 줄이기 위한 용도로 윤활유를 사용하는 것.

마. 다른 기능을 하지 않는 장식.

학생들이 로봇 제작에 사용한 기계는 드릴, 밴드톱, 벨트 연삭기, 점용접기, 글루건 등과 간단한 수공구들이다.

이용재료:

1. Junk Kit에 있는 부품 : DC Motor, Air Cylinder, Vinyl hose, 나무, 플라스틱통, 플라스틱 기어, 철사, 깡통, 잡지, 빈상자, 전기줄, 고무줄, 알루미늄판, 스프링, 반창고

2. 풀, 볼트, 너트, 워셔. 단 이들은 조립용 또는 피복용으로만 쓰일 수 있으며 구조를 구성해서는 안된다.

3. 장식용 스티커 또는 페인트. 기능용으로 사용금지.

4. 전기 절연용 테이프. 단 집착용으로의 사용 금지.

5. 윤활제.

기구작동을 위하여 주어지는 Controller Specification: Channel 1, 2: + 12 V, 3 Amp, On-Off for Air Solenoid Valve: 7기압 공기 실린더 조작용

Channel 3, 4: + 12 V, 3 Amp, Variable Joystick for Motor Control: DC 모터 조작용.

Channel 5, 6: + 12 V, 3 Amp, On-Off for Motor Control: DC 모터 조작용.

로봇 경연대회 결과

주어진 조건에서 학생들은 두가지의 다른 전략을 구사하였다. 첫번째 전략은 로봇의 추진력을 가능한 한 크게하여서 상대방 로봇과 공을 한꺼번에 밀어붙이는 것이고 또 다른 전략은 빠른 기동력으로 공을 잡은 후 상대방 로봇을 피해나가는 전략이었다. 처음 설계를 시작할 때는 추진력을 강조한 조와 기동력을 강조한 조가 약 반씩이었으나 많은 학생들이 도중에 설계 변경을 하여 대부분의 로봇들이 추진력을 우선으로 하게 되었다. 그 이유는 로봇의 시작 지점과 공사이의 거리가 그리 멀지 않아서 기동력의 장점을 살리기 힘들었기 때문이었다. 실제 시합 결과도 기동력을 강조했던 조들은 모두 토너먼트 초반에 탈락했다. 공을 잡는 방법은 주로 양 옆의 팔을 모아서 잡거나 고리모양을 위에서 아래로 내려서 잡는 방법을 택하였다. 한가지 재미있었던 것은 쓰레받기 같이 생긴 팔로 공을 들어올리는 로봇이 2대가 있었는데 한팀은 우승을 했고 다른팀은 8강까지 진출했다. 공을 잡는 방법으로는 그리 좋은 방법이 아니었지만 다른 로봇이 공을 먼저 잡았을 때 상대 로봇을 들어올려서 무기력화 하는데 큰 역할을 했던 것이다.

여년의 로봇들에 비해서 금년의 로봇들은 다양성이 적었고 경기중에 로봇들 간의 접촉이 아주 많았다. 경기 내용을 실제 축구와 비슷하게 하려고 한 담당교수들의 잘못이었던 것 같다. 작은 공 여러개를 동시에 놓고 경기를 했다면 더 다양하고 재미있는 로봇이 많이 만들어졌을 것이란 아쉬움이 남는다.

국내 로봇 경연대회 성적과 학생들의 1학년 때의 학점 평점과의 상관관계가 뚜렷이 나타난 것이 재미있는 결과이다. 역시 학점이 높은 학생들이 성실하게 실습에 임하였던 것이라고 생각된다. 마찬가지로 로봇 경연대회 성적과 실습 출석률 사이에도 뚜렷한 상관관계가 있었다. 창의성은 무엇으로도 평가하기가 곤란하였다. 학생들이 직접 만든 로봇이 모두 다 창의적이었다고 말할 수 밖에 없을 것 같다. 또한 강의와 실습 내용상 기계제uel 학생들이 주가 되는 공업설계과목이 전기계열 학생들이 자체적으로 실시한 학과목 평가에서 가장 높은 호응도를 얻은 것은 고무적인 일이다. 공업설

계 과목 및 로봇 경연대회를 통해서 학생들은 기계의 설계, 생산 그리고 실제 사용에 있어서의 문제점을 어느정도 느꼈으리라고 생각된다. 최초의 설계 의도대로 만들어진 로봇은 한대도 없었으며 많은 시행착오를 겪으며 수정 보완했던 과정이 가장 값진 교육효과라고 생각한다.

4. 외국 대학 현황

4.1 기계·기계설계·항공 분야

MIT에서 기계공학을 전공하려는 모든 학생은 겨울방학 중 2 주일 동안 기계공학 기초 도구 (ME Tools) 과목을 들어야 한다. 본 과목의 목표는 기계공학을 전공하기 위해서 필요한 기본 지식습득이므로 창의성을 강조하지는 않는다. 단지 공작기계와 컴퓨터의 사용방법을 습득하는 것이 목표이다. 전공 필수 교과목은 1995년부터 대폭 수정하여서 학과목의 시스템화를 추구하고 있다. 역학 위주 교과목을 대폭 개편한 이유 중의 하나는 지도자를 양성하는 것으로서 문제들을 분석, 종합, 평가 할 수 있는 식견을 키우는 것이다. 4학년 학생들의 졸업 필수 실습 과목으로 제품 공학 프로젝트 (Product Engineering Process)과목에서는 공학의 여러가지 측면을 실제적인 상황에서 종합해보는 과정을 거치도록 하는 것이 목표이다.

Stanford 대학 기계공학과 학부와 대학원 과정의 Product Design 과정은 기계공학에 기초를 두고 제품의 외형은 물론이고 기능까지 고려한다. 또한 본교의 공업설계 교과목과 비슷한 설계과목이 있는데 광센서를 이용하여 목표물의 위치를 감지하여 기계자체에 프로그램 되어있는 논리대로 움직이며 목표를 빠른 시간 내에 성취하는 것이 다른 점이다.

Carnegie Mellon Univ. 기계공학과 2학년에서 Engineering Analysis과목과 Engineering Design을 배우는데 Engineering Analysis에서는 실제 문제를 다루는 법을 Engineering Design에서는 설계, 제작, 발표하는 과정을 배우게 된다.

University of Delaware 기계공학과 의 경우, 4학년

학생들을 대상으로 "Design and Systems Synthesis I, II" 교과목이 제공되고 있는 바, 산업체, 연구소, 정부기관, 학교(교수)가 프로젝트를 제공하는 소비자(customer)가 된다. 각 팀 별로 선택한 프로젝트를 수행하고 여러 번의 구두보고(oral reports) 및 보고서를 작성하도록 되어 있다.

University of Washington 4학년 기계공학과 학생들에게 제공되는 Capstone Design Class는 소형 자동차, 모형 비행기, 모형 헬리콥터, 소형 잠수정 등을 만들어 전국적인 경시대회에 출전하는 경연 중심 교과목이다.

4.2 화학공·공화·섬유분야

Colorado State University의 경우에는 1학년 화학공학과(Dept. of Chemical & Bioresource Engineering)의 경우, "Chemical and Bioresource Engineering Design 102"라는 제목의 Design Course가 Chemical, Agricultural, Environmental Engineering의 학생들을 대상으로 제공되고 있는데, 크기 분포를 가지고 있는 서로 다른 종류의 Sphere들의 혼합물을 분리하기 위한 방법 및 장치를 제작하여 Engineering Day에 시범을 보이도록 하고 있다.

University of Sydney의 경우에는 화학공학과 2학년 학생들을 대상으로 Design Competition을 매년 실시하고 있다.

4.3 토목·자원·도시·건축·조선 분야

독일 다름슈타트 공대(Technische Hochschule Darmstadt) 건축(architecture)과에서 카드보드(card-board)로 길이 95cm의 교각설계를 하고 있는데 교각은 1kg의 하중을 견딜 수 있어야 한다. 토목공학과에서는 시멘트(cement)로 보트(canoe)를 제작하여 실제로 연못에서 설계자가 실험을 하여야 한다.

Univ. of Michigan 조선공학과 2학년에서 설계와 생산의 기본 개념을 동시공학(concurrent engineering)적 관점에서 배우게 된다. 4학년에서 학부 과목을 종합하는 설계와 생산과목을 배우고 project를 수행하게 된다.

4.4 전기·컴퓨터공학 분야

Univ. of Texas at Austin의 Electrical Engineering Project Lab에서 설계, 보고서 작성, 구두 발표, 등의 능력 배양을 목적으로 전기공학 및 컴퓨터 공학에 관한 주제를 선택하여 두명이 한 조가 되어 실험을 하는데, 두가지의 실험이 요구되며 한 실험을 약 6주에 걸쳐 수행한다.

Univ. of Michigan 전기공학 및 전산과학과 (EECS)의 EECS497 Analysis and Design Projects (4 학점)과목은 4학년 프로젝트 과목으로 주제는 RF device design이다.

Univ. of Illinois at Urbana-Champaign 전기·컴퓨터공학과의 Senior Design Project Lab과목에서는 강의에서 습득한 공학원리를 응용하여 설계프로젝트를 수행하고 구두발표와 함께 보고서를 작성한다.

MIT의 LEGO Robot Design Competition에서 두세명의 학생이 한 조가 되고 각 조는 같은 제작킷을 받아 스스로 움직여 다닐수 있는 로봇을 제작하는데 제작기간은 3주가 주어지고 마지막에 경연대회를 가진다.

4.5 학제(interdiscipline) 분야

영국 Cambridge University는 학부 2학년까지 전공필수 학과목으로 공업설계 학과목을 전공에 상관없이 전 학생이 수강하는데 서울대학교에 범 공대적 설계학과목 개발의 모델이라고 할 수 있다.

University of Washington의 Freshman Design Course과목은 1학년에게 공통으로 제공되는데 학생들이 무엇을 만들어 봄으로써 공학에 대한 감을 잡도록 도와 주며 또한 보고서를 제출토록 하여 보고서 작성요령을 배우도록 지도하고 있다.

RPI의 경우에는 2학년 Engineering 전공 학생 전체를 대상으로 하는 "Introduction to Engineering Design" 이라는 교과목을 학생들의 창조력배양을 목적으로 운영하고 있다. 전력공학과와 기계공학과에서는 공동으로 4학년 학생들을 대상으로 Design 교과목을 제공하고 있다.

5. 교과목 강화 방향

공학의 교육방법은 "Theory Before Practice"와 "Practice Before Theory" 두 가지로 말할 수 있겠다. 앞에서 소개한 「공업설계」 교과목은 이 두 가지 중 후자에 속한다고 할 수 있다.

서울대학교 공과대학의 경우 130학점을 이수해야 공학학사학위를 취득할 수 있으며, 이중 51학점은 전공 학부(과)가 정하는 전공 과목이어야 하고 36학점은 교양과목이어야 한다. 전공과목 51학점은 약 17개 교과목에 해당하며, 이 중 전공분야별로 차이는 있으나 2, 3학년 과정에 3-6개 정도의 실험 학과목들을 포함한다. 이 실험과목들은 관련 이론 교과목들과 같은 학기에 동시 수강되거나, 다음 학기에 수강되기 때문에 공과대학에서는 지금까지 "Theory Before Practice" 형태의 교육을 하고 있다고 보아야 할 것이다.

그러나, 3학년 이상의 전공필수 교과목들과 전공선택 교과목들의 경우 practice 과정이 전혀 포함되지 않은 theory 만의 교육이 주류를 이루고 있다. 특히 고학년 교과목들의 경우 다수의 공학 기초분야들의 교과목들을 이수하여 학생들의 공학적 상상력(engineering imagination capability)이 싹트기 시작할 시기인데도 불구하고, 이론만의 교육이 시행되고 있다는 것은 문제점으로 지적되지 않을 수 없다.

앞에서 소개한 「공업설계」 교과목의 경우 이미 언급된 바와 같이 "Practice Before Theory"의 대표적인 예다. 그러나 수강 학생들의 교육 수준이 전공필수 과목을 1-2개밖에 이수하지 않은 상태이기 때문에 설계의 수준이 극히 낮으며, 학생들이 이 교과목을 통해 구체적으로 무엇을 배우냐는 반론을 제기할 수도 있다고 생각된다. 그러나 이 교과목을 철학적으로 보게 되면, 교과목 상반기에 진행되는 강의를 통해 학생들이 이미 배운 기초 물리의 이론들과 새롭게 배우는 제어기기 및 역학의 이론들을 캐쉬 메모리(cache memory)로 집합하여 접근(access)이 용이하게 한 후, 주어진 제약조건들 안에서 여러 가지 기능들을 조합하는 방법, 즉 창조적 공학을 습득하게 된다고 할 수 있다. 이 과

정을 통해 공학에 대한 흥미로움을 더하고, 또 여러 분야(예, 전기, 전자, 기계)의 기능들과 지식을 조합하는 방법을 경험함에 따라 고학년에 진학하면서 고등 전공 교과목을 이수할 때에도 많은 지식과 여러 기능들을 조합하는 능력과 창조력을 배양할 수 있고, 이는 우수한 연구 능력으로 직결된다고 생각한다.

6. 맺음말

공과대학의 졸업생은 과학, 기술, 정책, 경영이 복합화된(multi-disciplinary) 애매하고 복잡한 문제를 해결할 능력을 갖추어 미래의 이나라 지도자가 되어야 한다. 또한 현대의 기술도 기계, 재료, 전자, 화공 등 공학내의 많은 분야들이 연관된 문제들이 많아짐에 따라 이러한 복합문제를 반드시 해결하여야 한다. 그러한 복잡한 문제들을 인지하고 해결하여야만 교수로, 연구원으로, 현장 기술자로, 경영자로, 또 정책입안자로서의 지도자가 될 수 있다.

공과대학 1학년과정에서 공학(engineering)에 관한 기본 개념을 습득해야 하는 것은 매우 중요한 일이다. 이 때에는 특정한 공학적인 이론보다는 공학의 다양한 개념을 실습과정을 통하여 스스로 정립하게하여 후에 배우게되는 이론교육의 중요성을 인식하고, 또 이론교육만으로는 부족하기 쉬운 실제적 공학 설계능력을 갖추게 하여야 한다. 이러한 교육을 바탕으로 이론교육이 더욱 내실있게 되고 다양하고 창조적인 공학 기술자가 교육될 것으로 믿는다.

이 글에서 사용하고 있는 '설계(design)'라는 단어가 갖는 의미는, 목적(objectives) 및 평가기준(criteria) 설정, 종합 구성(synthesis), 해석(analysis), 제작(construction), 성능 확인(testing), 평가(evaluation)의 내용을 모두 포함하는 함축적인 의미이다.

현재 서울대학교 공과대학 대학 기계·전기계열의 공업설계과목과 각각의 다른 학과목에서 시행되고 있는 설계관련 내용들을 조사하였고 외국의 사례도 조사하였다.

외국의 공과대학도 학생들에게 일찌기 설계 교육

을 시키는 것이 매우 중요하다고 생각하여 설계 교육에 상당히 신경을 쓰고 있었다. 그러나, 설계 교과목 개발의 어려움, 과목을 맡을 교수 찾기의 어려움, 학생들로 하여금 흥미를 갖고 참여하게 하는 일 등으로 고민을 하고 있었다.

이 글에서 제안하는 설계 교육을 요약하면 아래와 같다. 즉, 현재 서울대학교 전기공학부와 기계·기계설계·항공우주공학부에서 진행되고 있는 「공업설계」 교과목을 공과대 전체 전공 필수로 확대해야 한다고 제안한다. 설계 교과목을 개발하고 이끌어 나가기 위해서는 헌신적인 교수가 필요하며, 조교 배정, 실습 재료비 등 예산, 주변 교수들의 이해가 요구된다.

교과목명칭 (가칭)	창의공학설계(Creative Engineering Design)
대 상	공대 1학년 필수
개설 학기, 학점	1,2학기, 주당 강의 2시간, 실습 2시간(3학점)
학 급 수	70명 1학급

창의 공학 설계를 실시하자면 이 과목을 선뜻 맡을 교수를 확보하는 것이 제일 어려운 일일 것이다. 담당 교수와 조교들의 추가 부담을 고려할 때에 모든 교수들이 교대로 이 교과목을 담당하여야 된다고 생각한다. 「창의공학설계(Creative Engineering Design)」 교과목 내용의 난이도를 고려할 때에 이 강의를 담당하기 힘든 교수는 없을 것이라고 생각된다. 이 방안의 실행이 어려울 경우 「창의공학설계 (Creative Engineering Design)」 교과목 담당을 업적으로 인정하는 방안도 있을 수 있으나, 이는 내부적인 인정에 불과하기 때문에 교수 책임강의 시간의 감소와 조교의 시간 부담을 고려하여 추가 대학원생 배정 등이 시행되어야 한다고 생각한다.

또한 실습 요소를 포함하는 전공선택 교과목들의 개발이 병행되어야 한다고 생각된다. 「창의공학설계(Creative Engineering Design)」 교과목을 통해 획득된 창조력을 고등 기술 및 고등 공학 교과목들을 통하여 더 연마할 수 있어야 교육의 연속성(continuity)을 이룰 수 있을 것이다. 따라서, 과반수 이상의 전공 선택 교

과목들에 실습 요소를 더하고, 공과대학 교원 전원이 이를 시행하는 방향으로 진행되어야 이론과 실습이 같이하는 교육을 실천할 수 있다고 생각한다.

참고문헌

- [1] 이장규 외, 서울대학교 공과대학 설계 교과목 강화를 위한 연구, 서울대학교 공과대학, 1996.12.
- [2] 이현구 외, 공과대학 교육·연구의 수월성 향상과 학·연·산 합동 활성화 방안 연구, 교육부, 1995. 4.
- [3] 한국공학기술학회, 연속 기획/실험·실습 교육의 문제점, 공학기술 제3권 1호, 2호, 1996.
- [4] Dietz, D., Educating engineers for the digital age, Mechanical Engineering, American Society of Mechanical Engineering, American Society of Mechanical Engineers, Sept., 1995.
- [5] ASME, Symposium on Education in Mechanics, chaired by Yu, Y.-Y., Applied Mechanics Review, Vol.47, No.6, Part 2, June 1994.