

설계위주 실험교육에 의한 협동학습 능력 강화

이건영*, 고희화**, 최기호***, 김복기****

광운대학교 전기공학과*
광운대학교 전자통신공학과**
광운대학교 컴퓨터공학과***
광운대학교 전자공학과****

(2004. 12. 2 접수)

Reinforcement of Teamwork Ability thru Design Based Experimental Education

Keon-Young Yi*, Hyung-Hwa Ko**, Ki-ho Choi***, Bok-Ki Kim***

*Department of Electrical Engineering, Kwangwoon University**

*Department of Electronics and Communications Engineering, Kwangwoon University***

*Department of Computer Engineering, Kwangwoon University****

*Department of Electronic Engineering, Kwangwoon University*****

(received Decemer 2. 2004)

국문요약

공학인으로 갖추어야 할 능력 중에서 문제를 인식하고, 이를 공식화 한 후 창의적이며 체계적으로 해결해 나갈 수 있는 능력을 길러주기 위한 방법으로 설계교육을 체계적으로 해 가는 것이 효과적이다. 이를 위하여 본 대학에서는 1학년에서 창의력을 길러주며, 효과적인 설계 추진 과정을 길러주기 위한 공학설계입문을 개설하여 운영하고 있다. 또한 나머지 학년에서도 실험과 설계가 융합된 과목, 이론과 설계가 융합된 과목을 개설하여 각종 설계문제를 해결하도록 교육하고 있다.

본 논문에서는 2학년의 교과목 중 기존의 실험실습 과목을 실험과 설계가 융합된 새로운 개념의 과목으로 개편하여 지난 2년간 운영해온 실적을 분석하여 공학인증에서 요구하는 학습성과 중 팀원으로써의 역할 수행능력이 증가함을 보여준다. 뿐만 아니라, 교과운영 내용을 비교적 상세히 소개하여 공학인증에서 요구하는 설계교육을 효율적으로 운영하는 예시를 보여주며, 주요한 학습성과를 달성하는 한 방법을 제시한다.

Abstract

Well organized design based education is the one of the best way to develop the abilities needed for the engineer such as the recognizing and formulating a problem and then

solving it creatively and systematically. In order for this, we prepared a course named "Introduction to the Engineering Design" for the first-year students, which aims at developing creativity and ability to promote a project. Experiment-design mixed courses and theory-design mixed courses, where students have to solve various design problems, are provided for the higher grade students.

In this paper, we are focused on the experiment-design mixed course for the second-year students which has been operating from two years ago. Here we show how the teamwork ability is improved. We also present how to operate the course in detail so that anyone can easily get the way to reach the outcomes needed for the engineers.

I. 서 론

II. 설계교육체계

공학인으로서 갖추어야 할 능력 중에서 문제를 인식하고, 이를 공식화 한 후 창의적이며 체계적으로 해결해 나갈 수 있는 능력을 길러주기 위한 방법으로는 설계교육을 체계적으로 해 가는 것이 효과적이다. 이를 위하여 광운대학교에서는 1학년 과정에서 창의력을 길러주며 효과적인 설계 추진 과정을 길러주기 위한 공학설계입문을 개설하여 운영하고 있다. 또한 나머지 학년에서도 실험과 설계가 융합된 과목, 이론과 설계가 융합된 과목을 개설하여 각종 설계문제를 해결하도록 교육하고 있다.

본 논문에서는 2학년의 교과목 중 기존의 실험 실습 과목을 실험과 설계가 융합된 새로운 개념의 과목으로 개편하여 지난 2년간 운영해 온 실적을 분석하여 공학인증에서 요구하는 학습성과 중 '팀원으로서의 역할 수행 능력'의 변화를 살펴본다.

2장에서는 설계의 개념 정의와 전기공학과의 교과과정에 적용한 설계교육에 관한 설명을 한다. 3장에서는 강좌의 운영에 관한 세부사항, 즉, 설계 교안 작성과 운영, 그리고 운영 결과에 대한 분석 등 교과운영 내용을 비교적 상세히 소개하여 공학인증에서 요구하는 설계교육을 효율적으로 운영하는 예시를 보여주며, 주요한 학습성과를 달성하는 한 방법을 제시하고, 4장에서 본 논문의 결과를 요약하였다.

광운대학교에서는 신 입학에서 졸업 때까지 각 전공과정에서 공학설계능력을 부여하기 위하여 다음과 같은 설계교육 체계를 구축하였다. 먼저, 1학년에서는 공학교육에 대한 이해, 창의력 함양, 효과적인 설계 추진 과정을 길러주기 위한 공학설계 입문을 개설하여 운영하고 있다. 여기서는 설계에 대한 흥미유발과 창의성을 강조하는 일환으로 자유로운 설계목표 설정하게 하며, 그 결과 중 우수 작품을 모아 매 학기말에 전자정보대학 전체의 경진대회를 운영해오고 있다.

또한 나머지 학년에서도 실험과 설계가 융합된 과목, 이론과 설계가 융합된 과목을 개설하여 각종 설계문제를 해결하도록 교육하고 있으며, 4학년에서는 종합설계를 통하여 그동안 배워온 설계능력을 집대성하도록 하고 있다.

설계중심 교육은 공학인에게 꼭 필요한 문제해결 방법을 체계적으로 길러줄 수 있는데, 이는 ABET에서 정의한 공학설계(Engineering Design)에서 쉽게 확인 할 수 있다.

<p>공학설계(Engineering Design)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 요구(desired needs)를 만족시키기 위한 시스템(system, component or process)을 고안하는 과정(Process) ◎ 기초과학, 수학 및 공학지식을 이용하여 자원을 요구된 목표로 최적 변환하는 의사결정 과정(decision-making process)

즉, 주어진 문제(요구조건이나 목표)를 사용 가능한 자원과 보유 능력을 활용하여 가장 적절한 해답을 구하는 것이 공학설계이므로, 교과과정에서 공학설계 방법을 체계적으로 교육시키고, 설계 실습을 통하여 학습하도록 하면 학생들의 문제해결 능력을 향상시킬 수 있다. 다만, 앞서의 공학설계의 정의에도 불구하고 실제 교과과정을 운영하다 보면 '설계가 구체적으로 무엇인가?' 라는 의문점이 있다. 이 또한 ABET의 관련 문건을 살펴보면 쉽게 해답을 얻을 수 있다.

설계란 무엇인가?	
◎ 자유로운 답이 가능한(open-ended) 문제 활용하여, 한 학기 또는 한달 정도에 완성이 가능한 팀 프로젝트를 추진하거나, 1주 정도에 답이 가능한 보고서 위주의 과제를 부여함	
◎ 주요 공학설계를 위한 4학년 캡스톤 설계에서는 조별 프로젝트를 추진해야 하며, 설계 목표는 학생이 관심을 갖는 전공분야로 이수과목과 연계성을 가져야 함	

따라서 설계 전담과목이나, 실험-설계 융합과목, 이론-설계 융합과목으로 구성된 교과과정을 만

들고, 각각의 과목에서 다양한 형태의 프로젝트나 과제물을 부여하고 그 결과물의 평가를 통하여 문제해결 능력을 길러주는 것은 학생들의 문제해결 능력을 길러주는 좋은 방법 중에 하나이다.

본 대학 내의 모든 프로그램에서는 문제중심 학습이 가능한 교과목을 선정하여 각 교과목에 대한 설계교안을 작성하여 운영하고 있으며, 한 예로 전기공학과의 설계교과목을 정리하면 위의 <표 1>과 같다.

표에서 '실험 및 설계'로 표시된 부분이 본 논문에서 다루는 부분으로 2학년 전기전자회로실험은 최근 2년간 공학인증체제로 강의를 해왔으며, 이에 대한 운영 방법 및 결과분석을 다음 장에서부터 상세하게 다루어 본다.

III. 강좌의 구성과 운영

각 교과목에 대한 강의계획서 및 설계교안은 교과목 포트폴리오로 작성되어 운영되고 있으며, 1학년 공통과목인 공학설계입문(한 학기에 창의적 단일 설계과제 추진)과 전기전자회로실험(한 학기에 3개의 단기 설계과제 추진) 등 모든 과목의 강

<표 1> 설계 교과목 일람표

과정	교과목	이수구분		이수학점(설계학점)/시간								
		인증	이수구분	1학년		2학년		3학년		4학년		계
				1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	
설계 전담	공학설계입문*	인필	교필	{3(3)/3}	3(3)/3	/	/	/	/	/	/	3(3)/3
	공학설계기초*	인필	전선	/	/	/	/	3(3)/3	3(3)/3	/	/	3(3)/3
	캡스톤설계*	인필	전선	/	/	/	/	/	/	3(3)/3	{3(3)/3}	3(3)/3
실험 및 설계	전기전자회로실험 1	인필	전필	/	/	3(2)/4	/	/	/	/	/	3(2)/4
	전기전자회로실험 2	인필	전필	/	/	/	3(2)/4	/	/	/	/	3(2)/4
	회로해석 및 논리회로실험	인필	전필	/	/	/	/	3(2)/4	/	/	/	3(2)/4
	전력기기실험	인필	전필	/	/	/	/	/	3(2)/4	/	/	3(2)/4
이론 및 설계	전기설계공학	인필	전선	/	/	/	/	3(1)/3	/	/	/	3(1)/3
	마이크로프로세서응용 설계	인필	전선	/	/	/	/	/	3(1)/3	/	/	3(1)/3
	아날로그시스템설계	인필	전선	/	/	/	/	/	3(1)/3	/	/	3(1)/3
	전력전자시스템설계	인필	전선	/	/	/	/	/	/	/	3(1)/3	3(1)/3
합 계	11과목	설계학점		0	3	2	2	6	4	3	1	21

주: [*] 표시는 반복 개설되는 과목으로 한번만 수강함을 의미함
 주: (*) 표시는 설계학점을 의미함

설계위주 실험교육에 의한 협동학습 능력 강화

의계획서 및 설계교안이 별도로 작성되어 학교에서 운영되는 전산시스템을 통하여 관리되고 있다.

본 장에서는 2학년 전기전자회로실험에 대한 세부사항을 설명한다. 다만 지면관계상 중요 부분만 발췌하여 표시하였다.

1. 설계교안

설계교안에 포함되는 내용은 일반사항, 공학설계요소, 현실적 제한요소, 팀 구성 및 추진일정, 그리고 설계 포트폴리오로 구성되어 있다. 각 부분에 대한 설명은 다음과 같다.

가. 일반사항

담당교수, 이수단위(전필/인필), 학점/시수(3학점/4시간), 수강인원(40명 이하) 등의 일반 정보와 설계 주제를 표시한다. 강의 진행방법은 다음과 같다.

모든 강의는 실험실에서 진행된다. 2시간은 설계지도를 위한 강의와 설계 발표 및 지도, 나머지 2시간은 조교를 활용한 실험실습으로 구성된다. 3개의 전공 주제별 단과과제가 부여되어 공학설계 입문과는 달리 합성 및 분석을 강조하는 설계가 진행된다. 설계주제 및 기간은 다음과 같다.

- 저항 응용회로 설계 (4주)
- 다이오드 응용회로 설계 (3주)
- 트랜지스터 응용회로 (5주)

나. 공학설계요소

다음의 공학설계요소 중 본 과목에서 강조하는 내용을 표시한다. 이 과목의 경우는 다음과 같은 공학설계요소를 요구하고 있다.

- ① 설계목표 설정법: 주어진 전공주제에서 창의적인 주 설계목표 설정을 위하여 조원들이

다이오드 응용 설계 최종 발표(자체 평가)											
2004-05-11	1조	2조	3조	4조	5조	6조	7조	8조	9조	평균	
발표자	안병철	최두현	김민수	최성필	박경아	심재홍	박태학	노동영	임장순		
작품의 평가											
a. 작품이 다이오드 응용 설계로 적절한가?	3.6	3.3	3.9	3.4	3.8	3.5	3.9	3.7	3.8	3.6	4.3
b. 작품의 난이도는 적절한가?	3.6	3.1	3.6	2.6	3.5	3.4	3.6	3.2	3.0	3.3	2.8
c. 작품에 대하여 잘 이해하고 있나?	4.1	3.5	4.0	3.3	3.2	3.3	4.1	3.3	3.7	3.6	3.6
d. 전체적인 작품의 완성도는 어느정도 인가?	3.8	4.1	4.1	3.8	3.3	3.0	4.1	2.6	3.5	3.6	3.6
일정 추진의 적절성											
e. 팀원들이 각자의 역할을 충실히 수행했나?	3.9	3.5	3.1	3.5	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.8
f. 일정의 추진은 계획대로 잘 이루어졌는가?	3.8	3.4	3.0	3.6	3.3	3.2	3.5	3.1	3.3	3.4	3.3
발표내용											
g. 주어진 분량 및 시간을 준수했나?	3.5	3.0	4.4	3.8	3.0	2.9	3.6	3.9	4.1	3.6	4.0
h. 발표자료의 내용정리를 잘 하였나?	4.0	3.2	3.2	3.5	3.3	3.1	3.9	3.5	3.7	3.5	3.6
i. 내용전달을 명료하게 하였나?	4.1	3.0	3.2	3.6	3.0	2.6	4.1	3.4	3.6	3.4	3.6
포트폴리오											
j. 메뉴의 구성은 사용자가 이용하는데 편리한가?	4.2	3.8	2.9	4.2	2.9	3.5	3.3	3.6	3.7	3.6	2.9
k. 그림이나 사진 등을 보거나 제안서를 다운받는데 오류는 없나??	4.4	4.2	3.7	4.1	2.7	3.9	2.0	4.1	3.8	3.7	3.3
l. 각 설계마다 제목, 사진(OR 개념도), 요약이 한 화면에 존재하는	4.1	2.0	2.2	2.9	1.9	3.8	3.1	3.9	3.9	3.1	2.8
m. 추진일정은 명확하게 제시되어 있나?	4.0	3.5	3.5	4.0	1.6	3.5	1.7	3.6	3.5	3.2	2.4
종합평점											
	3.9	3.4	3.4	3.6	3.0	3.3	3.4	3.5	3.6		
조교평가	4.1	3.2	4.0	2.5	2.2	3.2	3.5	3.5	4.1		

<그림 1> 설계결과 발표에 대한 자체평가 결과나. 공학설계요소

브레인스토밍 한 결과(최소 10개)를 제시하고 이들 중 하나를 설계목표로 정한 배경을 설명하여야 함

- ② 합성: 본 설계에서 가장 중요시하는 요소로 설계목표에 필요한 관련기술을 조사 분석하여 제작 가능한 설계도를 제시하여야 함(조교와 지도교수 등 전문가의 도움을 적극 활용할 것)
- ③ 분석: 두 번째로 중요한 설계요소로 제시한 설계도를 분석하고 주요 부분에 대한 해석 방법 및 결과를 문서화하여야 하며, 제작을 위한 준비를 하여야 함
- ④ 제작: 부품을 직접 구입(영수증 정리에 유의)하고 제작
- ⑤ 시험: 시험 방법을 문서화하고 필요한 계측기 확보 및 사용법을 숙지한 후 조교와 함께 동작시험을 함
- ⑥ 평가: 평가기준을 설정하고 이를 통한 자체 평가를 하며, 팀원으로서의 활동사항을 자체적으로 평가함

다. 현실적 제한 요소

다양한 현실적 제약 요소 중 본 설계에서 고려해야 할 내용을 표시한다.

- ① 원가: 조별 재료비는 10만원 이내로 하며, 소요부품 구입 시 시장조사를 철저히 하여 저렴한 가격으로 부품 구입을 하여야 하며, 연구비 정산규정과 동일한 방법으로 정산서를 제출해야 함.
- ② 추가 2항목: 안정성, 신뢰성, 미관, 공학윤리, 사회에 미치는 영향 중 2항목을 추가로 고려한 설계를 하여야 하며, 고려된 사항은 구체적(고려하지 않았을 경우와 비교하여)으로 문서화하여야 함.

라. 팀 구성, 추진 일정 및 포트폴리오

강의 첫 시간에 자율적으로 4인 1조의 팀을 구성하도록 하며, 주어진 일정에 따라 제안서, 주차 보고서, 중간보고서, 최종보고서 및 각종 발표에 관한 내용을 표시하며, 평가기준, 설계 포트폴리오에 대한 사항을 표시한다. 평가기준 및 평가방법은

다음 장에서 상세히 다루며, 설계 포트폴리오는 지면 관계상 본 연구의 범위에는 포함시키지 않았다.

2. 설계의 운영

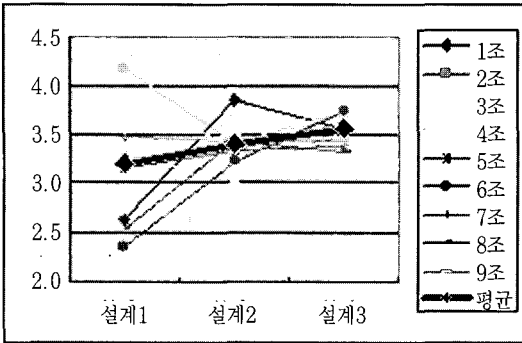
공학인으로서 갖추어야 할 능력 중에서 팀워크를 이용한 효과적 업무추진 능력을 길러주기 위한 방법으로서 조편성을 하여 설계과제를 추진해가도록 하는 것이 효과적이다. 이를 위하여 앞서 표시한 ‘이론 및 설계’의 일부과목을 제외한 모든 설계과목을 활용하여 조별로 각자의 역할 분담을 하고 일을 추진해 가도록 하는 방법을 활용하고 있다. 특히, 설계 제안서 및 결과 보고서 발표 시 조원의 역할과 참여도에 대한 내용 발표하게 하고, 이를 모든 학생이 평가하여 성적이 반영하며, 일부 점수를 조 단위로 배정하여 스스로 분배하게 하여 팀 협력 정도에 따른 평가가 성적이 반영 되도록 하고 있다.

다음 <그림 1>은 전기공학과와 전기전자회로실험 과목에서 설계 발표에 대한 평가결과를 예시한 것이다. 이 평가표는 발표 전(최소 1주일 전)에 세부 설명과 함께 공시하여 각 조에서 작성할 발표자료에 참조하도록 하고 있으며, 발표 시작 전에 다시 한번 평가방법을 설명하여준다. 그림의 평가 결과는 다음 강의시간에 공표하여 학생 스스로 문제점이나 미비점을 깨닫도록 유도하고 있다.

그림에서 숫자들은 학생들의 평가를 평균한 값(하단 및 맨 우측은 조교 평가 결과)이며, 원으로 표시된 부분은 비교적 낮은 평가를 의미한다. 두 번째 큰 항목인 “일정 추진의 적절성”은 비교적 좋은 평가를 받고 있으나 이는 본 설계가 두 번째 임에 기인한 것으로 첫 번째 설계에서는 좋지 못한 평가를 받았으나, 이와 같은 평가결과 제시에 따라 스스로 발전해 가는 바람직한 현상을 보여주는 사례이다.

3. 설계교육에 의한 학습성과 변화

공학인이 갖추어야 할 여러 학습성과 중 본 논문에서 관심을 갖는 분야는 ‘팀의 한 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력’이다. 평가 방법은 앞서 설명한 평가표에 의해서 학생들이 각 조의 웹-포트폴리오를 방문하여 평가한 사전 평가를 기초로 강



(그림 2) 팀원의 역할수행 충실도 평가결과의 변화

◎ 특별가점: 1 ← 한사람의 공헌도가 다른 조원 보다 높게 (20%이상) 부여됨

◎ 특별감점: 2 ← 한사람이 공헌도가 다른 조원 보다 낮게 (20%이상) 부여됨

이 결과를 보면 열심히 안 하는 조원의 평가 (10-30-30-30)가 실제 이루어지며, 리더의 역할을 중요시 한 평가결과(28-24-24-24)도 있으나, 단순 배분(25-25-25-25)이 많은 문제가 있어 좀더 개선된 평가방법 연구가 필요하다.

IV. 결 론

본 논문에서는 설계 전담과목, 실험-설계 융합 과목, 그리고 이론-설계 융합과목으로 구성된 광운대학교의 설계교육체계를 소개하였다. 또한 전기공학과의 실험설계 융합과목의 운영사례를 심층 소개하였으며, 이를 통하여 학생들의 '팀의 한 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력'이 향상되었음을 보여주었다.

[참고 문헌]

전기공학과(2004). **자체보고서**, 광운대학교 전기공학프로그램, 2004. 2.
 광운대학교(2004). **공학교육인증사업**, 중간보고서, 산업자원부, 2004. 8.
 ABEEK(2004). **한국공학교육인증원 인증기준**, 한국공학교육인증원, 2004. 8.
 ABET(1999). *2000-2001 Criteria for Accrediting Engineering Program: Conventional Criteria*, ABET I.C. 3.D.(3)
 ABET(2003). *2004-2005 Criteria for Accrediting Engineering Program*, ABET

의시간에 시행한 조별 발표를 청취한 후에 최종평가를 하도록 하였으며, 평가 결과 중 'e. 팀원들이 각자의 역할을 충실히 수행했나?'의 항목이 관찰의 대상이다.

(그림 2)는 각 팀별로 한 학기 동안 세 번의 설계를 진행한 결과를 분석 한 것으로, 설계 경험이 증가함에 따른 팀원으로서의 역할 평가결과 변화를 보여준 것이다. 중앙의 굵은 선은 전체 조원의 평균값을 나타낸 것으로 설계경험을 쌓을수록 팀원의 역할수행 정도가 향상됨을 보여주고 있다.

그림에서 설계1의 조별 편차가 심한 것은 조별로 팀웍이 큰 차이를 보였다기보다는 대상 학생이 2학년(1학기 과목)으로 평가에 익숙하지 못하며, 발표자료 작성 미숙으로 인하여 팀웍 성과에 관한 표현 부족에 기인한다고 생각된다.

팀웍을 좀더 심층 평가하기 위한 방법으로 앞서 설명한 발표 외에도 팀원 상호평가제를 시행하였다. 각각의 설계에 대한 10개조(4인 1조)의 조별 배분점수에 의한 팀웍평가(100점을 4명의 조원이 논의하여 정수 값으로 분배하게 함)를 유형별로 요약하면 다음과 같다.

조별 배분점수에 의한 팀웍 평가 유형 정의
 ◎ 공평배분: 4 ← 조원이 유사한 점수(10%이내 편차)로 배분함
 ◎ 리더가점: 3 ← 특정인이 다른 조원보다 다소 많은 점수(20%이내)를 부여받음