

컴퓨터·정보공학 분야의 교과기반 학습성과 평가 사례연구[☆]

A Case Study of Course-Embedded Assessment for Program Outcomes in Computer Science & Information Engineering

조 수 선[†]

Soosun Cho

요 약

본 논문에서는 컴퓨터·정보공학 분야의 프로그램 학습성과를 교과기반으로 평가하기 위한 방법을 개발한 경험과 교훈을 소개한다. 최근 한국공학교육인증원(ABEEK)은 정부로부터 몇 가지 조건의 충족을 전제로 공학교육 분야의 프로그램 인정기관으로 지정된 바 있다. 그 조건들 중 하나는 프로그램 학습성과의 교과기반 평가를 실행하는 것이다. 본 논문에서는 컴퓨터·정보공학 분야의 프로그램 학습성과를 교과기반으로 평가하기 위한 방안을 제안한다. 이를 위한 사례연구는 기초 프로젝트 교과목에서 실시되었고, 프로젝트 교과목에서의 특별한 평가 기법들이 포함되었다. 기초 프로젝트에서의 교과기반 평가 사례연구는 해당 교과목과 밀접히 연관된 학습성과의 설정, 지필고사 및 프로젝트기반 평가와 같은 평가도구의 선택, 평가기준의 설정, 교과기반 평가의 실행 및 평가결과에 대한 분석과 같은 각 단계를 고려하여 제안된다. 제안된 방법은 컴퓨터·정보공학 분야의 교과기반 평가 전략을 세우기 위한 좋은 본보기가 될 것으로 기대한다.

☞ 주제어 : 컴퓨터교육, 공학교육, 교과기반 평가, 프로그램 학습성과

ABSTRACT

This paper deals with the practical experience and lessons to develop a method of course-embedded assessment for program outcomes in Computer Science & Information Engineering. In engineering education, ABEEK(Accreditation Board for Engineering Education of Korea) has been nominated as an official accreditation from Korean government under some conditions of fulfillment. One of the conditions is enforcement of course-embedded assessment for program outcomes. In this paper, a method of course-embedded assessment in Computer Science & Information Engineering is suggested. The case study was done in a basic project course which includes the special assessment methods in project courses. The case study of course-embedded assessment in a basic project course was given with consideration for each step, that is, set up of program outcomes which are highly related to the course, selection of assessment tools such as written examination and project-based assessment, set up of assessment criteria, implementation of course-embedded assessment, and analysis of results. The proposed method is expected to be a good example to construct the whole strategy for course-embedded assessment in Computer Science & Information Engineering.

☞ keyword : Computer Education, Engineering Education, Course-Embedded Assessment, Program outcome

1. 서 론

우리나라에 2000년대 초반부터 본격적으로 도입된 공학교육인증제는 한국공학교육인증원(Accreditation Board for Engineering Education of Korea : ABEEK)을 평가 및 인정기관으로 하여 현재 전국의 많은 공과대학에서 시행

되고 있다. 2013년 1월, 당시 교육과학기술부에서는 “교육과학기술부 장관으로부터 인정받은 기관은 대학의 신청에 따라 대학운영의 전반과 교육과정의 운영을 평가 또는 인증할 수 있다.”는 고등교육법 제11조 2항에 따라 한국공학교육인증원을 공학교육 프로그램 인정기관으로 지정한 바 있다[1]. 이 때, 인정기관에 대한 이행 권고사항에는 교과기반평가(Course Embedded Assessment) 체계의 도입이 포함되어 있다. 따라서 공학교육인증원이 정부가 인정하는 공학교육의 프로그램 인정기관으로서 자리 잡기 위해서는 이행권고사항을 성실하게 실행할 방안을 마련해야만 한다.

[†] Dept. of Computer Science & Inform. Engineering, National University of Transportation, Uiwang, Gyeonggi 437-763, Korea
^{*} Corresponding author (sscho@ut.ac.kr)

[Received 10 August 2015, Reviewed 20 August 2015, Accepted 3 December 2015]

☆ 2015년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음

본 논문에서는 공학교육인증제 운영으로 학생들이 이룰 수 있는 핵심적인 성과인 프로그램 학습성과를 교과기반으로 평가하기 위한 방안을 논의한다. 이를 위해 컴퓨터·정보공학 분야의 기초 프로젝트 교과목에서 평가를 실시한 사례를 소개한다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 이어지는 2절에서는 공학교육에서 프로그램 학습성과와 교과기반 평가란 무엇인가를 살펴보고, 3절에서는 교과기반 학습성과의 평가절차와 함께 하나의 교과목을 선택하여 구체적인 평가를 실시한 사례를 소개한다. 4절에서는 적용 결과 및 성취 정도를 논의하고 5절에서 결론을 맺는다.

2. 프로그램 학습성과와 교과기반 평가

2.1 프로그램 학습성과 및 기존의 평가

공학인증제에서 프로그램 학습성과(Program Outcomes :PO)는 인증프로그램을 이수한 학생이 졸업 시점에서 갖추어야 하는 능력 및 자질로서 ‘컴퓨터·정보기술 교육프로그램’에서는 컴퓨터·정보기술인증기준2010(KCC2010)에 따라 보통 표 1과 같은 11가지 항목의 프로그램 학습성과를 정의하여 사용하고 있다[2].

(표 1) 프로그램 학습성과
(Table 1) Program Outcomes

학습 성과	내용	약칭
PO1	수학, 기초과학, 전문교양에서 습득한 이론과 지식을 전공에 응용할 수 있는 능력	기초 지식
PO2	주어진 문제와 자료를 분석하고 요구사항을 이해하여 모델링 할 수 있는 능력	모델링 능력
PO3	요구사항을 반영하여 제한조건을 만족할 수 있도록 프로젝트를 계획하고 수행할 수 있는 능력	프로젝트 능력
PO4	컴퓨터정보기술 관련 실무에 필요한 기술, 방법, 최신 도구를 사용할 수 있는 능력	실무 능력
PO5	복합학제적 팀의 한 구성원으로서 역할을 해 낼 수 있는 능력	협동 능력
PO6	효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력	의사 전달
PO7	평생교육의 필요성 인식과 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력	평생 학습
PO8	컴퓨터정보기술 해결방안이 세계적, 경제적, 환경적, 사회적 상황에 끼치는 영향을 이해할 수 있는 폭넓은 지식	영향력 이해

학습 성과	내용	약칭
PO9	시사적 논점들에 대한 기본 지식	시사 지식
PO10	직업적 책임과 윤리적 책임에 대한 인식	직업 윤리
PO11	세계문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력	국제 능력

저자가 소속된 대학에서 운영 중인 컴퓨터정보공학심화프로그램(이후, 심화프로그램)에서는 각 학습성과 항목별로 표 2와 같은 평가도구를 사용하여 그 성취 정도를 측정하고 있다. 학습성과 항목별 평가의 결과는 4가지 수행수준(우수, 양호, 기본, 미달) 중 하나로 표현되며, 학생별로 학습성과의 수행수준을 표현한 평가결과는 인증졸업을 위한 최소 학습성과 달성기준을 정하는데 이용되고, 더불어 프로그램 차원에서의 학습성과 달성목표를 정하는 데에도 이용된다.

(표 2) 프로그램 학습성과 평가 도구
(Table 2) Assessment Tools for Program Outcomes

학습 성과	평가도구							
	졸업 시험	종합 프로젝트	출구 조사	학생포트폴리오				
				자격증	어학	학술	산학	봉사
PO1	○			○				
PO2		○						
PO3		○						
PO4		○				○		
PO5		○						○
PO6			○				○	
PO7			○					○
PO10			○				○	
PO11			○		○			

이와 같은 기존의 학습성과 평가방식은 공학교육인증제 시행 초기부터 10여년 이상 각 프로그램에서 적용되면서 인증시스템을 확립하는데 기여해왔다[4]. 하지만, 교과목을 제외하고 하나 이상의 직접평가도구를 포함하는 총괄 평가도구를 사용하는 방식은 평가에 따른 교과과정의 개선 및 교과목개선에 이르는 인과관계를 분명하게 하지 못했으며, 실제로 프로그램 학습성과를 배양하

는 교과목을 제외하고 총괄평가에 의해서만 평가하는 것이 충분하지하는 것이 의문시되었다[5]. 또한 학생들의 졸업을 앞둔 시점에 실시되는 1회의 총괄평가 결과, 인증 졸업 기준에 미치지 못하는 불상사를 사전에 대비하고 관리하기 위해 교과기반의 프로그램 학습성과의 평가 및 관리가 필요하다는 주장도 제기되었다[6].

2.2 교과기반 평가

교과기반 평가(Course-embedded assessment)란 특정 프로그램 학습성과와 가장 연관성이 높은 교과목들 내에서 학생들의 성과를 정의하고 획득하는 것을 기반으로 한다. 다시 말하면, ‘프로그램 학습성과를 한 개 또는 그 이상의 교과목에서 평가하는 방식으로, 학생에 대한 평가결과를 근거로 학생집단의 성취수준을 평가하는 방식[7]’이다. 교과기반 평가는 실제 수업에서 사용되는 과제, 테스트, 프로젝트, 보고서 등을 프로그램 학습성과의 평가에 사용할 수 있으므로 효율적인 방법이며, 교과목을 기반으로 한다는 점에서 2.1절에서 설명한 기존의 프로그램 학습성과 평가방식과는 전혀 다르다고 할 수 있다.

교과기반평가에는 여러 가지 장점이 있지만 동시에 단점도 발견할 수 있다[8] 우선, 프로그램의 학습성과와 교과목 학습목표를 연계시킴으로써 평가의 일관성을 유지할 수 있다는 장점이 있다. 또, 다수의 작·간접 평가도구를 사용하여 수행수준을 결정하는 별도의 평가절차 없이 수업 결과로부터 나온 산출물을 바로 평가에 반영함으로써 자료의 효용성을 증진시킬 수 있다. 또한 평가 결과가 특정 교육과정 상의 요구나 부족사항을 확인하기에 용이하여 교육개선에 효과적이며 학습성과에 따른 이수 체계의 설정이 가능해진다. 반면에 가장 큰 단점은 주요 교과목 전반에 대한 평가결과가 반영됨에 따라 평가방법에 대한 교원들의 합의가 어려울 수 있다는 것이다. 학습성과 평가를 고려한 평가문항 및 평가방법 등의 설계가 어려울 수 있고 무엇보다 평가에 참여하는 교수의 업무량이 증가할 것이므로 어려움이 예상된다.

그럼에도 불구하고 교과기반평가는 미국 등 선진 외국에서 이미 활발하게 적용되어 성과를 거두고 있는 방법이며 국내에서도 공과대학 교과목을 중심으로 다수의 사례 연구가 발표되어 왔다[9, 10]. 교과기반평가의 대략적인 절차 및 내용은 표 3과 같이 정리될 수 있다[11]. 표 3에서 보이는 것처럼 교과기반 평가의 결과, 교과목과 교과과정의 개선이 이루어짐을 알 수 있다.

(표 3) 교과기반 평가를 위한 절차

(Table 3) Steps & Contents of Course Embedded Assessment

순서	내용
1, Defining Common Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> 학생들의 지식, 기술, 태도 등을 반영하는 폭넓은 목표 설정 교과목에서는 learning outcome이 달성되도록 Course learning outcome 설정 평가는 두 가지 문제에 집중할 것 - 각 교과목에서 learning outcome을 어느 정도 만족시킬 것인가?, 학생들은 learning outcome을 어떻게 달성할 것인가?
2. Assessment Learning Outcomes and Collecting Data	<ul style="list-style-type: none"> Assessment는 learning outcome들을 성공적으로 달성했는지 확인하기 위한 피드백 제공 Course-embedded assessment는 교과목 목표 및 교과내용을 이용하여 학생들의 성취 정도를 확인 교수자는 학생들의 활동결과를 취합하여 이에 대한 증거로 제시
3, Analyzing and Reporting Assessment Data	<ul style="list-style-type: none"> Course Review를 위한 기준 및 표준 마련 교과목 평가결과는 취합되어 공개
4. Improving the Course and/or Curriculum	<ul style="list-style-type: none"> Assessment는 교과목 목표를 달성하기 위한 과제, 과목 구성, 학생평가방법 등과 연관되어 구체적인 피드백 제공

본 논문에서는 교과기반 학습성과 평가방법을 모색하기 위해 심화프로그램에서 운영 중인 인증 필수 교과목을 중심으로 한 학습성과의 평가를 가정하고, 필수 교과목 중 하나인 ‘프로그램설계입문’의 운영을 통한 평가방법 및 학습성과와의 연계를 구체적으로 소개한다. 프로그램 학습성과를 주요 교과목을 기반으로 하여 체계적으로 평가하기 위해서는 프로그램 차원의 합의와 평가방안의 도출이 요구되므로 본 논문은 교과기반 학습성과 평가의 구체적인 사례로서 관련 인증프로그램에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

3. 교과기반 학습성과 평가

3.1 평가 방법 및 절차

교과기반 학습성과 평가방법은 어떤 교과목을 이용하느냐에 따라 구분될 수 있다. 1) 교과목이수체계에 나타나는 전체 교과목을 이용하는 방법, 2) 핵심 교과목만 이

용하는 방법, 3) 종합 교과목만 이용하는 방법, 그리고 4) 종합시험 등을 이용하는 방법 등이 그 것이다[12]. 심화 프로그램에서는 인증필수 과목을 운영하고 있는데, 이는 인증 졸업을 위해 반드시 이수해야하는 과목들로서 프로그램 학습성과 달성을 위한 핵심 교과목들이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 위의 분류 중 두 번째에 해당되는 평가방법을 채택하여 심화프로그램에서 운영하는 인증필수 교과목들을 이용한 학습성과의 평가를 가정하고 ‘프로그램설계입문’ 교과목에서의 평가 사례를 소개한다.

심화프로그램에서 운영하는 인증필수 교과목들과 학습성과 항목들 간의 연관성은 담당교수들의 강의계획서에 의해 표 4와 같이 정해져 있다. 해당 교과목과 연관성이 높은 학습성과 항목은 ‘S’, 보통인 항목은 ‘M’ 낮은 항목은 ‘W’로 표시되어 있다.

(표 4) 교과목과 프로그램 학습성과와의 관계
(Table 4) Relations of Courses & Program Outcomes

과목명	프로그램 학습성과(PO)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
기초 프로그램 설계 입문		M	S	M	S	S		M		M	
요소 C언어	S	W		M							
	자료 구조	M	S	M	S						
	컴퓨터네트워크	W	M	S	S						
	알고리즘	S	S	M	M						
	컴퓨터 구조	M		W	M						
	운영 체제	M	W	W	S						
	데이터 베이스	M	S	W	S						
종합 종합프로 젝트 I	W	S	S	S	S	S					

이와 같은 연관성은 각 교과목마다 설정되어 있는 교과목 학습성과(Course Learning Outcomes : CLO) 항목들과 프로그램 학습성과(PO) 항목들 간의 관계의 유무가 정해진 후, 이를 종합하여 그 강도가 결정된다. CLO 항목들과 PO항목들 사이의 관계 유무는 해당 교과목 담당 교수의 판단에 의해 정해진다.

표 5에서는 본 논문에서 교과기반 평가의 예로 소개하고자 하는 ‘프로그램설계입문’에서 교과목 학습성과(CLO) 항목들과 프로그램 학습성과(PO) 항목들 간의 관련 여부를 보여준다. 각 PO항목을 기준으로 CLO와 3번 이상의

관련이 확인되면 그 교과목과 해당 PO항목 간에는 강한 연관 관계가 있는 것으로 정의한다. 이와 같은 방법으로 표 4와 같이 심화프로그램에서 운영하는 인증필수 교과목과 PO항목들 사이의 연관성이 정해진다.

(표 5) ‘프로그램 설계입문’에서 교과목 학습성과와 프로그램 학습성과와의 관계

(Table 5) Relations of Course Learning Outcomes & Program Outcomes in ‘Introduction to Program Design’

교과목 학습성과 (CLO)	학습성과(PO)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. 공학 및 공학설계의 중요성을 이해한다.					√			√			√
2. 기초설계를 위한 의사 결정, 문제정의, 과제분석 도구들을 이해한다.		√	√	√							
3. 기초설계를 위한 아이디어 창출 및 아이디어 평가 도구들을 이해한다.			√	√							
4. 소프트웨어 기초설계 과정을 이해한다.			√		√	√					
5. 팀워크 기초하여 소프트웨어 기초설계를 원활히 수행할 수 있다.					√	√					
6. 소프트웨어 기초설계 결과를 정리하여 발표할 수 있다.							√				

이들 인증필수 교과목을 이용하여 프로그램 학습성과를 평가하기 위해서 해당 PO항목과 관련이 높은 교과목의 수를 고려해야 한다. 표 4에서 보이는 것처럼 PO1에서 PO6까지는 연관성이 높은 교과목이 2개 이상인 반면, 나머지 항목들은 그렇지 않다. 따라서 PO7에서 PO11까지는 표 2와 같이 기존의 평가도구인 출구조사와 학생포트폴리오 등을 이용한 평가를 병행하는 것이 필요하다.

각 교과목에서 연관성이 높은 학습성과 항목들을 평가한 후 이들을 어떻게 통합하여 전체 프로그램 학습성과의 달성 여부를 판단할 것인지는 프로그램 운영위원회에서 결정할 사항이다. 이 때, 어떤 교과목을 이용하여 어떤 PO항목들을 평가할 것인지, 또, 2개 이상의 교과목을 이용하여 하나의 PO항목을 평가할 때에는 어떤 가중치를 주어 최종 점수를 결정할 것인지 등이 결정되어야 한다. 예를 들어, ‘PO3(프로젝트 능력)’을 평가하기 위해서는 ‘프로그램설계입문’과 ‘종합프로젝트I’를 이용되 가중치는 3:7로 한다는 식으로 구체적인 통합 평가방법을 위원회에서 정하고 이를 프로그램 운영규정에 명시하는 것이 바람직하다.

3.2 기초 프로젝트 교과목 내에서의 학습성과 성취도 측정

심화프로그램에서 기초 프로젝트 과목으로 운영 중인 ‘프로그램설계입문’은 인증졸업을 위해 요구되는 요소 프로젝트 과목 및 종합 프로젝트 과목을 이수하기 위한 선수과목이며 1학년 1학기에 배정된다. 본 교과목과 연관성이 높은(S) 학습성과는 표 4에서 보는 것처럼 ‘PO3: 프로젝트 능력’, ‘PO5: 협동능력’, 및 ‘PO6: 의사전달’이고, 연관성이 보통(M)인 학습성과는 ‘PO2: 모델링능력’, ‘PO4: 실무능력’, ‘PO8: 영향력이해’, 및 ‘PO10: 직업윤리’이다. 이와 같은 결과는 표 5에서 보는 것처럼 CLO 항목들과 PO항목들 간의 관련 여부를 종합하여 얻어진다.

2014년 1학기에는 신입생 클래스와 별도로 전입생들을 위한 클래스가 개설되어 총18명이 수강하였으며, 지필고사, 미니프로젝트, 그리고 기말프로젝트를 통해서 학업성취도를 평가하였다. 특징적인 것은 일반적으로 프로젝트 교과목에서 평가도구로 사용하지 않는 지필고사를 도입한 점이다. 지필고사 형식의 중간시험을 통해 학생들은 공학프로젝트 및 그 수행방법에 대해 얼마나 잘 이해했는지 평가받을 수 있다. 뿐만 아니라 팀 단위로 이루어질 수밖에 없는 프로젝트 평가의 단점을 보완하여 지필고사에서는 교과목에 대한 개인의 이해정도 및 팀활동에 대한 참여도를 동시에 평가할 수 있는 장점이 있다. 이를 통해 팀단위의 평가에서 나타날 수밖에 없는 무임승차 효과는 상당부분 차단될 수 있을 것이다.

(표 6) 교과목과 밀접히 연관된 프로그램 학습성과의 평가
(Table 6) Assessment for Program Outcomes highly related to the Course

PO	평가방법		
	지필고사	미니 프로젝트	기말 프로젝트
PO3 (프로젝트 능력)	블랭크차트가 무엇이며, 팀 활동에서 블랭크차트로 작성한 과제는 무엇인지 질의	설계 및 실험결과 평가	설계제안서 - 프로젝트 주제 선정 및 해결능력 평가
PO5 (협동능력)	팀 활동에서 본인에게 주어진 자료수집 또는 조사활동에 관한 질의	팀워크 평가	설계보고서 - 프로젝트 역할담당 평가
PO6 (의사전달)	의사소통기술 3가지에 대한 질의	회의록(발언자)조사	회의록(발언자) 조사, 발표평가

미니프로젝트는 본격적인 기말프로젝트에 앞서 공학 프로젝트 진행의 과정을 익히기 위한 것이다. 따라서 그 내용 보다는 구성 및 형식을 평가하는 데 주안점을 둔다.

마지막으로 본격적인 기말프로젝트에서는 설계제안서 및 설계보고서, 그리고 회의록과 기말발표 등을 통해 프로젝트의 내용 및 체계적인 진행과 그 결과를 평가한다.

표 6에서는 본 교과목과 연관성이 높은 3가지 PO항목, 즉, ‘PO3: 프로젝트 능력’, ‘PO5: 협동능력’, 및 ‘PO6: 의사전달’을 평가하기 위해 사용되는 평가도구들을 보여준다. 지필고사와 두 번의 프로젝트가 모두 사용되고 있음을 알 수 있다.

3.2.1 지필고사의 적용

본 논문에서는 기초 프로젝트 과목의 평가를 위해 지필고사를 평가도구로 사용한 사례를 특별히 강조하여 소개하고자 한다. 프로젝트 과목의 평가는 보통 팀단위의 프로젝트 수행과정 및 그 결과를 평가하며, 지필고사를 사용하는 경우는 찾기 보기 어렵다. 따라서 본 논문에서 소개하는 사례는 향후 유사한 교과목의 평가를 위한 유용한 모델이 될 수 있다.

2014년 1학기에 운영된 ‘프로그램설계입문’ 교과목에서는 본 교과목과 연관성이 ‘보통(M)’이상인 총 7개의 PO항목 중 6개의 측정을 위해 지필고사를 평가도구로 사용하였다. 이들 항목을 측정하기 위한 지필고사 문제의 유형은 표 7과 같다.

(표 7) 지필고사의 질문 유형

(Table 7) Sample Questions for Written Examination

연관 PO	질문 유형	연관성
PO3 (프로젝트 능력)	문제해결을 위한 도구 중 하나인 블랭크차트에 대해 설명하고, 실제 팀활동에서 블랭크차트로 작성한 과제는 무엇이었는지 설명하라.	S
PO4 (실무능력)	체계적인 공학설계과정 5단계를 나열하고, 각 과정을 간단히 설명하라.	M
PO5 (협동능력)	논리적으로 과제에 대하여 논의를 한 후, 무엇을 조사할 것인지 결정하기 위해 사용하는 로직 트리에 대해 설명하고, 실제 팀 활동에서 로직 트리 작성 완료 후 본인에게 주어진 자료수집 또는 조사활동은 무엇이었는지 설명하라.	S
PO6 (의사전달)	팀활동 활성화를 위한 의사소통기술 3가지를 적고 간단히 설명하라. 아이디어 평가 및 분석을 위해 실제 팀활동에서 어떤 도구를 사용하였으며 그 결과, 가장 높은 점수를 획득한 아이디어는 무엇이었는지 설명하라.	S
PO8 (영향력 이해)	공학과 과학은 상당히 유사한 점을 많이 지니고 있으면서도 목표하는 바가 서로 다르다. 공학이 추구하는 바와 공학자로서의 임무를 과학 및 과학자와 비교하여 설명하라.	M
PO10 (직업윤리)		M

이와 같은 질문 유형은 프로젝트 교과목의 고유한 평가 방식인 팀 성과에 대한 평가를 개인이 공유하는 데 따른 태생적인 한계를 극복할 수 있게 해준다. 그 한계는 물론 팀별 평가에 따른 무임승차 효과이며, 학생들이 이에 대해 느끼는 불만은 교수가 생각하는 것 이상인 경우가 많다. 프로젝트 과목에서도 지필고사를 통해 프로젝트 수행에 필요한 이론적 지식과 함께 참여의 적극성을 평가할 수 있다면 기존 방법에 대한 좋은 보완이 될 것으로 여겨진다.

3.2.2 프로젝트의 적용

학습성과 성취도를 측정하기 위해 지필고사와 함께 팀별 프로젝트 수행의 결과를 평가에 적용한다. 표 6에서 보이는 것처럼 본 교과목에서는 미니프로젝트와 기말프로젝트, 두 가지의 프로젝트가 수행되었으며, 이들을 평가하기 위해 제안서, 보고서, 회의록과 함께 설계노트도 검토되었다.

EggDrop 설계 프로젝트	
1. EggDrop 이란?	주어진 시간 동안에 주어진 재료를 이용하여 생달걀 1개를 보호할 수 있는 구조물을 만든 후 그 구조물을 약 3층 높이에서 자유 낙하시켜 생달걀이 깨지지 않도록 하는 것
2. 프로젝트 목적	충격을 흡수하는 완충 장치를 고안 및 설계하고 직접 제작하여 완충 능력을 실험해보는 것으로 팀워크 활동 및 구체적인 설계, 낙하실험 후 보존상태 등이 점수의 요인이 된다.
3. 설계 제한조건 및 제작 규칙	① 달걀은 생달걀을 사용한다. ② 구조물의 재료는 팔레트와 고무줄, 투명테이프를 제한하고 낙하산 등의 장치를 할 수 없다. ③ 투명테이프는 1롤, 팔레트는 총 50개까지만 사용할 수 있다. ④ 낙하 후 달걀의 상태를 확인할 수 있도록 달걀의 1/20이상 외부에서 보여야한다.
4. 채점 기준	① 팀워크 점수 : 팀원들 간의 활발한 의사소통과 역할에 따라 합리적인 정도를 채점 (30점) ('팀원 상호평가 점수(개인점수)' + '팀전체 점수') ② 설계 점수 : 설계내용 발표를 통해 총괄완화의 원리 설명 후 실물을 보고 채점 (50점) ('과학적이고 타당한 계란 보호 방법 설명' + '효과적인 구현'에 높은 점수, '원리는 없고 그냥 시도한 경우'에는 낮은 점수) ③ 보존상태 점수 : 낙하 후 달걀이 깨지지 않아야 함 (20점)

(그림 1) 미니프로젝트 설명서

(Figure 1) Description of Egg Drop for a Mini Project

미니프로젝트는 본격적인 소프트웨어 프로젝트에 앞서, 공학프로젝트의 기초과정을 익히기 위한 것으로 'Egg Drop' 프로젝트가 주어졌다. 이 프로젝트에 대한 안내는 Fig. 1과 같으며, 채점기준(Rubric)으로 팀워크 점수, 설계 점수 및 보존상태 점수가 주어졌다. 기말 프로젝트

를 평가하기 위해서는 과제 제안서와 함께 결과 보고서가 활용되었다.

프로젝트 수행 후에는 사전에 안내된 양식 및 채점기준에 따라 학생들의 프로젝트 수행결과가 측정되며, 연관성을 가지는 프로그램 학습성과가 평가된다. 두 번의 프로젝트를 통하여 7가지 학습성과 항목 중 PO8, PO10을 제외한 총 5가지 항목의 성취도가 측정된다. 프로젝트를 통하여 5가지 학습성과 항목을 평가하는 방법을 정리하면 표 8과 같다.

(표 8) 두가지 프로젝트를 통한 프로그램 학습성과의 평가 (Table 8) Assessment for Program Outcomes by two kinds of Projects

연관 PO	평가방법		연관성
	미니 프로젝트	기말 프로젝트	
PO2 (모델링능력)	설계노트 평가	설계보고서 - 프로젝트 주제에 맞는 모델링능력평가	M
PO3 (프로젝트 능력)	설계 및 실험결과 평가	설계제안서 - 프로젝트 주제 선정 및 해결능력 평가	S
PO4 (실무능력)	.	설계보고서 - 체계적인 공학설계 과정 5단계 구성평가	M
PO5 (협동능력)	팀워크 평가	설계보고서 - 프로젝트 역할담당 평가	S
PO6 (의사전달)	회의록(발언자)조사	회의록(발언자)조사, 발표평가	S

표 7에서 보는 것처럼 지필고사를 통하여 PO3, PO4, PO5, PO6, PO8, 및 PO10의 총 6개 프로그램 학습성과 항목의 성취도를 평가할 수 있다. 이는 본 교과목과 연관성이 'S(높음)' 또는 'M(보통)'인 PO항목 총 7개 중에서 PO2를 제외한 모든 항목을 평가할 수 있음을 보여준다. 표 7에서 문제의 유형을 보면, 다수의 문항이 단순한 지식을 묻는 것에 그치지 않고, 팀 활동의 내용 및 본인의 역할에 대해 질의하고 있는 것을 알 수 있다. 예를 들어 'PO5:협동능력'의 성취도를 측정하기 위한 문항으로 제시된 "... 로직트리에 대해 설명하고, 실제 팀 활동에서 로직트리 작성 완료 후 본인에게 주어진 자료수집 또는 조사활동은 무엇이었는지 설명하라"는 질문은 로직트리의 사용법 자체에 대한 질문과 함께 본인의 참여정도를 확인하기 위한 것이다. 본인의 활동에 대해 기록한 답지

는 사실여부를 확인하기 위해 설계노트와 대조한 후 채점된다. PO3 및 PO6를 측정하기 위한 질문도 이와 같은 방식을 따른다.

4. 교과기반 평가의 적용결과 및 논의

지필고사와 두 번의 프로젝트 적용 결과로 학생별 프로그램 학습성과 달성 정도를 정리해보면 표 9와 같다. 표에서는 본 교과목과 연관성이 높은 3개의 PO항목들의 평가 결과를 보여준다. 지필고사에서는 총 4개 문항으로 3개 PO항목들을 평가하였으며 두 번의 프로젝트에서는 제안서, 보고서, 동료평가, 발표 등을 사용하여 역시 3개의 PO항목들을 평가하였다. 총점은 지필고사 가중치 0.4, 프로젝트 가중치 0.6을 곱하여 평균한 점수이다.

본 심화프로그램에서 PO항목별 평가의 결과는 4가지 수행수준(우수, 양호, 기본, 미달) 중 하나로 표현되며, 학생별로 학습성과의 수행수준을 표현한 평가결과는 인증졸업을 위한 최소 학습성과 달성기준을 정하는데 이용되고, 더불어 프로그램 차원에서의 학습성과 달성목표를 정하는 데에도 이용된다. 인증졸업을 하려면 11가지 PO항목에서 최소 '기본'이상을 만족해야한다. 또한 프로그램 차원의 달성목표로는 각 PO항목별 수행수준에서 '우수+양호: 50% 이상, 미달: 10%이하'를 획득하는 것으로 하고 있다.

이상과 같은 교과기반 평가방법은 지필고사, 프로젝트 등의 평가도구를 이용하여 해당 PO항목들을 직접 평가하는 방법이다. 이를 위해 PO항목 평가에 적절한 시험 문항이 개발되어 활용되었으며, 프로젝트 활동 산출물 중에 해당 PO항목을 평가하기 위한 것들이 선별되고 활용되었다.

표 9는 학생별 프로그램 학습성과를 나타낸 것이다. 이를 종합하여 표 10과 같은 결과를 얻을 수 있다. 본 심화프로그램에서 학생별 인증졸업 기준은 모든 PO항목에서 '기본' 이상을 만족해야하는 것이다. 표 10에서는 3가지 PO항목에서 '미달'에 해당하는 학생이 각각 3명, 1명, 3명인 것을 알 수 있다. 또, 프로그램차원의 학습성과 달성목표인 '우수+양호: 50% 이상, 미달: 10%이하'는 PO5에서 달성된 반면, PO3과 PO6에서는 달성되지 못한 것을 알 수 있다.

(표 9) 프로그램 학습성과의 학생 개별 평가

(Table 9) Assessment for Program Outcomes in each student

학생 팀	지필고사			프로젝트			전체		
	PO3 (문항 5번)	PO5 (문항 4번)	PO6 (문항 3, 6번)	PO3 (제 안서)	PO5 (보고서- 동료평가)	PO6 (회의록, 발표)	PO3	PO5	PO6
1	3.3	5	4.3	10	7.9	9.3	7.3	6.7	7.3
2	6.7	7.5	7.1	10	8.9	9.3	8.7	8.3	8.4
3	6.7	10	4.3	10	8.1	9.3	8.7	8.9	7.3
4	10	10	5.7	10	9.1	9.3	10	9.5	7.9
5	6.7	7.5	2.9	7.5	9.5	7.7	7.2	8.7	5.8
6	3.3	5	4.3	7.5	7.3	7.7	5.8	6.4	6.3
7	3.3	2.5	5.7	7.5	6.3	7.7	5.8	4.8	6.9
8	3.3	2.5	4.3	7.5	9.4	7.7	5.8	6.6	6.3
9	6.7	7.5	4.3	7.5	9.9	7.7	7.2	8.9	6.3
10	10	10	2.9	10	8.6	7.7	10	9.2	5.8
11	6.7	5	2.9	10	8.6	7.7	8.7	7.2	5.8
12	10	10	8.6	10	8.4	7.7	10	9	8.1
13	10	5	5.7	10	8.3	7.7	10	7	6.9
14	6.7	2.5	8.6	10	8.4	9.3	8.7	6	9
15	10	5	8.6	10	8.5	9.3	10	7.1	9
16	6.7	5	10	10	9.2	9.3	8.7	7.5	9.6
17	6.7	7.5	7.1	10	8.7	9.3	8.7	8.2	8.4
18	10	5	7.1	10	8.1	9.3	10	6.9	8.4

(표 10) 프로그램 학습성과의 총괄 평가

(Table 10) Total Assessment for Program Outcomes

평가결과	학습성과 항목		
	PO3	PO5	PO6
우수 (80점이상)	12(0.67)	8(0.44)	7(0.39)
양호이상 (70점이상)	15(0.83)	12(0.67)	10(0.56)
기본이상 (60점이상)	15(0.83)	17(0.94)	15(0.83)
미달 (60점 미만)	3(0.17)	1(0.06)	3(0.17)

이와 같은 결과는 이전 평가방법과 같이 졸업을 앞둔 시점에 통합 측정된 것이 아니므로 최종 결과라 할 수 없다. 교과기반 학습성과의 평가는 3.1절에서 언급된 바와 같이 두 개 이상의 교과목을 이용하되 과목별 가중치를 줄 수 있으므로, 예를 들면, 종합프로젝트 교과목을 이용하여 같은 PO항목들을 평가하고 또한 더 높은 가중치를

줄 수 있어, 최종 결과는 이와 다르게 나타날 것이다.

따라서 단일 교과목 내에서의 프로그램 학습성과 평가 결과를 이용함으로써 졸업시점에 이르기 전에 인증졸업을 위한 기준에 미치지 못하는 학생들을 찾아내어 집중 관리할 수 있으며, 교과목 차원에서도 부족한 PO항목에 대한 진단을 내릴 수 있어 교과목 개선 방안을 찾는 데 도움이 될 수 있다.

한편, 공인원에서는 2014년 7월에 컴퓨터·정보(공학)교육인증기준2015(KCC2015)를 제정하여 2015년 인증평가 때부터 사용할 수 있도록 하고 있다. KCC2015 인증기준에서는 프로그램 학습성과 항목이 표 1과 같은 11가지 항목에서 10가지 항목으로 축소되는데, 그것은 'PO11:국제능력'이 제외되고, 나머지 항목들이 조금씩 변형된 형태이다. 따라서 새로운 인증기준에 정의된 프로그램 학습성과를 평가할 때에도 본 논문에서 소개한 적용사례를 참고하여, CLO와 PO의 연관성을 파악한 후 연관성이 높은 PO항목에 대한 교과기반의 평가를 실시할 수 있을 것으로 보인다.

5. 결 론

본 논문에서는 공인원에서 공학교육인증프로그램 평가에 도입할 예정인 교과기반 학습성과의 측정 및 평가를 준비하기 위해, 2014년 1학기에 운영한 “프로그램설계입문” 교과목을 대상으로 교과기반 평가를 실시한 사례를 소개하였다. 공학교육인증프로그램에서 교과기반 학습성과 평가를 본격적으로 실시하기 위해서는 프로그램에 참여하는 전체 교수들의 합의를 거쳐 대상 교과목을 정하고 각 PO항목별 평가방식을 결정하여야 한다. 또한 각 교과목 내에서의 PO 평가방법은 더욱 구체적으로 모색되어야 한다.

이 과정은 모든 의사결정 참여자들에게 많은 수고와 노력을 요구할 것이기 때문에 우선 한 과목에서라도 교과기반의 학습성과 평가를 실시한 후, 그 사례를 소개함으로써 전체 프로그램에서 적용하고자 할 때 구성원들의 이해를 돕고, 합리적인 평가방법을 결정하는데 도움을 줄 수 있다. 따라서 본 논문에서 소개하는 전반적인 교과기반 학습성과 평가절차 및 구체적인 과목 내에서의 PO 측정 및 평가방법은 컴퓨터 및 정보기술 관련 인증프로그램을 운영하는 공과대학에서 참고 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌 (References)

- [1] Ministry of Education, Science and Technology, Announcement #2012-638, 2013.
[http://www.abeek.or.kr/htmls_kr/board/upload/file/01-04\(금\)조건보도자료\(공학교육인증원_정부인정기관_지정\).pdf](http://www.abeek.or.kr/htmls_kr/board/upload/file/01-04(금)조건보도자료(공학교육인증원_정부인정기관_지정).pdf)
- [2] Accreditation Board for Engineering Education of Korea. KCC2010, ABEEK, 2012. 7. 10.
<http://www.abeek.or.kr/download?path=board&file=2012%B3%E2%20KCC2010%20%C4%C4%C7%BB%C5%CD%C1%A4%BA%B8%B1%E2%BC%FA%C0%CE%C1F5%B1%E2%C1D8%20v2.pdf>
- [3] Dept. of Computer Science & Information Technology. Regulations for Advanced Program in CSIT, Korea National University of Transportation, 2014.1.
https://abeek.ut.ac.kr/OpenWeb/CHUNGJU/03_pro/13/01.html
- [4] Accreditation Board for Engineering Education of Korea. 2014 Annual Report, 2015. 4.
http://www.abeek.or.kr/download?path=htmls_kr/board&file=2014%B3%E2%B5%B5%20BF%AC%C2%F7%BA%B8%B0%ED%BC%AD_%BA%BB%B9%AE11.pdf
- [5] Dongju Song, Meanings and Directions for Course-Embedded Assessment, 39th Forum for Engineering Education Certification, 2014. 2.
http://abeek.or.kr/download?path=htmls_kr/board&file=%C1%A639%C8%B8%20%B0%F8%C7%D0%B1%B3%C0%B0%CE%C1F5%C6%F7%B7%B3%20%B9%DF%C7%A5%0%DA%B7%E1.zip
- [6] YoungTaek Jin et. al., An Use of Course-Embedded Assessment for Assessing Program Outcomes, International Conference on Engineering Education ICEE-2010, July 18 - 22, 2010, Gliwice, Poland.
http://www.iaeng.org/publication/WCECS2010/WCECS2010_pp317-320.pdf
- [7] Sung-Hee Jin, Woosug Cho, A Case Analysis of Program Outcomes Assessment Systems for Engineering Education Accreditation of South Korea and USA. Journal of Engineering Education Research, 14(2): 13-20. 2011.
<http://ceic.or.kr/admincenter/files/report/02-%EC%A1%B0%EC%9A%B0%EC%84%9D.pdf>

- [8] Jiyoung Han, The Review on Adaptation of Course-Embedded Assessment for Program Outcome Assessment in Engineering Education. Journal of Engineering Education Research, 12(3): 96-106. 2009.
http://eeic.or.kr/admincenter/files/report/KHKOCH_2009_v12n3_96.pdf
- [9] Cheong-Sig Kim, An improvement and analysis of course embedded assessment for engineering school's program assessment. Korean Journal of General Education, 2(1):79-99. 2008
<http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE01818053>
- [10] Haeng-Ja Shin Si-Pom Kim and Won-Ho Kang. An Analysis for the Course-Embedded Assessment Tool to Validate Program Outcomes. Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, 7(4): 82-95.
<http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE01176948>
- [11] George Mason University(2014). Mason Core Assessment Guide.
<http://assessment.gmu.edu/wp-content/uploads/2013/04/Mason-Core-ASSESSMENT-GUIDE-10-2014.pdf>.
- [12] Han, Jung-Geun A Method of Program Outcome Evaluation based on Course Embedded Assessment (CEA). Proceedings of 39th ABEEK Forum, 2014. 2. 5.
http://abeek.or.kr/download?path=htmls_kr/board&file=%C1%A639%C8%B8%20%B0%F8%C7%D0%B1%B3%C0%B0%CE%C1%F5%C6%F7%B7%B3%20%B9%DF%C7%A5%C0%DA%B7%E1.zip

● 저 자 소 개 ●



조 수 선 (Cho, Soosun)

1987년 서울대학교 계산통계학과 (이학사)
1989년 서울대학교 대학원 계산통계학과 (이학석사)
2004년 충남대학교 컴퓨터과학과 (이학박사)
1994~2004년 한국전자통신연구원 선임연구원
2004년~현재 한국교통대학교 컴퓨터정보공학과 교수
관심분야 : 프로젝트기반 학습, 데이터마이닝 등
E-mail : sscho@ut.ac.kr