

공학교육인증의 학습성과 평가체계의 사례 연구

허돈^{*†}

광운대학교 전기공학과 조교수^{*}

Case Study with Regard to ABEEK Assessment Process for Program Outcomes

Don Hur^{*†}

Assistant Professor, Department of Electrical Engineering, Kwangwoon University^{*}

Abstract

This paper presents a clearly explained and richly illustrated case study of assessment and evaluation for program outcomes in accreditation for engineering education, which describe what program students are expected to be able to do by the time of graduation. In particular, the performance criteria based on performance level, assessment tools, and level-of-achievement rubrics for assessment of program outcomes in electrical engineering program of Kwangwoon university will be briefly addressed. Obviously, the assessment, evaluation, and improvement processes for the specified program outcomes should be continuously carried out to demonstrate that the program objectives and outcomes are being met.

Keywords: Engineering education, Program outcomes, Performance criteria, Assessment tool, Rubric

I. 서론

공학교육인증에서는 학생들의 교과목 이수에 대한 평가를 포함하여 여러 가지 수행준거 (performance criteria)를 수립하여 각 프로그램에서 사전에 정의한 능력 및 자질 (outcomes)을 학생들이 갖추고 졸업함을 보장하고 있다. 따라서 각 프로그램은 학생들에게 다양한 교과과정을 제공하여 프로그램을 이수한 졸업생들이 기초과학 및 수학능력, 의사교환 및 전달능력, 공학적 자질과 능력, 관리능력, 직업윤리와 행동능력, 지성적인 사고와 원숙성, 지속적인 학습과 연구자세 등의 지식과 능력을 갖추도록 지도함은 물론, 졸업생들이 이러한 능력을 갖추고 있음을 입증하여야 한다. 무엇보다 이를 위해서는 문서화된 평가 체계 (학습성과별로 측정 가능한 구체적인 내용과 수

행 수준의 설정, 문서화된 평가 절차 및 적절한 평가 도구)를 갖추고 있어야 하며, 그 운영을 통하여 지속적인 품질 개선이 이루어져야 하고, 제도적인 장치를 통해서 문서화된 결과 (연차보고서 및 홈페이지 공개)가 꾸준히 관리되고 있어야 한다.

특히, 학습성과 평가에서는 프로그램을 이수한 졸업생이 졸업 시 프로그램에서 제시한 학습성과를 제대로 취득하였는지를 평가하고, 산업체 현장 근무 시 프로그램을 통하여 습득하게 된 학습성과가 얼마나 유용한지와 부족한 점이 없었는지를 평가할 수 있어야 한다. 본 논문은 공학교육인증의 학습성과 평가 체계에 따라 전기공학 프로그램 졸업예정자를 대상으로 학습성과 평가 결과를 제시하는데 그 목적이 있다. 논문의 구성은 2장에서는 일반적인 공학교육인증의 학습성과 평가체계에 대해서 기술하고, 3장에서는 광운대학교 전기공학 프로그램에서 제안한 학습성과 평가체계를 설명하고, 4장에서는 3장의 평가체계에 기초하여 공학교육인증 대상 학생과 그렇지 않은 학생의 학습성과를 비교·분석한다. 5장에서는 본 논문의 내용을 요약하고, 학습성과 평가 시 강조되어야

논문접수일: 2009년 1월 8일

최종수정일: 2009년 2월 27일

논문완료일: 2009년 2월 16일

† 교신저자: 허돈

할 사항을 제시한다.

II. 학습성과 평가체계

일반적인 공학교육인증의 학습성과 평가체계는 <표 1>과 같은 형태이다[1].

프로그램 학습성과는 인증 프로그램을 이수한 결과로 학생이 졸업하는 시점에서 갖추고 있음을 입증해야 하는 일종의 교육목표를 의미한다[2]. 여기서, 수행준거는 학습성과의 핵심내용과 교육수준을 결정하는 행위동사 (action verb)로 표현되는 측정가능한 고유의 내용과 수준을 가리킨다. 특히, 수행준거는 정의된 수행수준 (상중하 또는 1~5 단계로 표시)을 활용하여 설정될 수 있다. 물론 수행수준은 평가체계에 서의 평가도구의 루브릭과 연계되도록 구체적이어야 한다. 다음으로 비교과과정 및 교과과정 확산분포표 등 전체적인 교육과정의 재정립을 통하여 수행수준에 기초한 프로그램 학습성과의 최종적인 달성목표를 만족할 수 있어야 한다. 특히, 교육과정 편성 단계에서는 “어떻게 가르치겠는가”를 명백하게 제시할 수 있어야 한다. 그리고 나서 측정, 분석, 피드백, 공개의 지속적 품질개선 과정을 거쳐 프로그램 차원의 학습성과 달성을 입증할 수 있다[2].

측정평가에서는 신뢰성 확보 차원에서 직접적인 평가도구와 보조적 성격의 간접적인 평가도구를 병행하여 측정평가를 실행하되, 각 평가도구 별로 루브릭이 존재해야 한다. 여기서 중요한 점은 각 평가도구의 루브릭 지표(예를 들어, 상중하)로부터 수행수준

<표 1> 학습성과 평가체계

<Table 1> Assessment and evaluation for program outcomes

적절한 PO	Program Outcome			
수행준거	Performance Criteria			
	수행수준 (상중하 또는 1~5)			
달성목표	달성목표 수립			
교육과정	학습성과 달성을 위한 교육과정 편성			
평가 체계	체계	평가 실행: 주체, 주기, 방법 등		
	측정평가	평가도구#1	평가도구#2	평가도구#3
		루브릭#1	루브릭#2	루브릭#3
		평가체계에 따른 측정평가 실행		
	분석	평가체계에 따른 분석평가 실행		
	피드백	분석결과와 피드백을 통한 개선		
공개	개선 결과의 공개			

의 단계를 적절하게 도출할 수 있어야 한다는 점이다. 즉, 각 평가도구의 평가 항목에 적절한 가중치를 부여함으로써 합리적인 수행수준을 수립할 수도 있다. 학기별 또는 연도별로 각 평가도구를 활용하여 학습성과 평가 자료를 수집하여 측정평가 (assessment)를 실행한다. 분석평가 (evaluation)는 학습성과 평가 주기 (예를 들면, 3년)에 따라 각 학습성과의 목표 달성 여부를 확인한다. 그 분석된 결과에 기초하여 달성목표를 상향조정한다든지 또는 미달성 시 문제점 등을 찾아내어 교육과정의 개선 등에 반영되는 피드백 과정이 뒤따른다. 문제점 분석은 평가도구별 채점기준표 등을 활용하면 체계적일 수 있다. 이러한 일련의 개선 결과 (주로 교육과정 개선)는 연차 보고서 및 홈페이지 등에 게시되어 프로그램 구성원에게 보고된다. 결론적으로 학습성과 평가는 정량적 또는 정성적인 부분을 계량화하는 논리적인 과정이라고 할 수 있다.

III. 학습성과 평가체계 예시

광운대학교 전기공학 프로그램은 프로그램의 교육 목표와 한국공학교육인증원의 인증기준[2]을 토대로 학생들이 교육과정을 충실히 이수하였을 때 기대되는 학습성과를 <표 2>와 같이 13 가지 항목으로 정의하였다. 이 13가지의 학습성과는 전문교양, 수학, 기초과학 및 전산학, 전공주제 등의 교과과정뿐만 아

<표 2> 광운대학교 전기공학 프로그램의 학습성과
<Table 2> Program outcomes in Electrical Engineering program of Kwangwoon university

요구되는 능력	프로그램 학습성과
1. 기초과학 및 수학능력	PO 1. 기본지식
2. 의사교환 및 전달능력	PO 8. 의사 전달
	PO12. 국제성 함양
3. 공학적 자질과 능력	PO 2. 자료 분석
	PO 3. 실험 수행
	PO 4. 설계기본
	PO 6. 문제 해결
	PO13. 실무도구
4. 관리능력	PO 5. 팀워크
5. 직업윤리와 행동능력	PO 7. 직업윤리성
6. 지성적인 사고와 원숙성	PO 9. 사회적 영향
	PO11. 시사적 논점
7. 지속적인 학습과 연구자세	PO10. 평생 교육

<표 3> 전기공학 프로그램의 학습성과 분석 주기
 <Table 3> Time period of evaluation for program outcomes in Electrical Engineering program of Kwangwoon university

프로그램 학습성과	학습성과 분석평가 주기		
	1년차	2년차	3년차
PO 1. 기본지식	◎		
PO 2. 자료 분석	◎		
PO 3. 실험 수행	◎		
PO 4. 설계기본	◎		
PO 5. 팀워크	◎	◎	◎
PO 6. 문제 해결		◎	
PO 7. 직업윤리성			◎
PO 8. 의사 전달	◎	◎	◎
PO 9. 사회적 영향		◎	
PO10. 평생 교육			◎
PO11. 시사적 논점			◎
PO12. 국제성 함양			◎
PO13. 실무도구		◎	

나라 에세이, 시사논술시험, 비교과과정 활동 참가 등 다양한 교육과정을 통하여 달성될 수 있다. 교과과정의 경우에 있어서 특정 학습성과에 편중되지 않도록 교과목 학습성과를 전체적으로 조율할 필요가 있다.

학습성과의 평가도구로 직접적인 평가도구로서 4학년 종합설계인 캡스톤설계 교과목을 통한 평가, 에세이 제출에 의한 평가, 영어 어학시험, 시사논술시험 등과 간접적인 평가도구로 졸업예정자 설문조사를 활용하고 있으며, 학습성과의 분석평가 주기는 <표 3>에 제시되어 있다[3].

일례로, 학습성과 9. 사회적 영향과 학습성과 11. 시사적 논점의 수행수준에 따른 수행준거는 <표 4>와 <표 5>에 각각 제시되어 있다.

프로그램 학습성과 9를 평가하기 위한 캡스톤설계 최종보고서의 채점기준표는 <표 6>에, 프로그램 학습성과 11을 평가하기 위한 시사논술시험의 채점기준표는 <표 7>에 설명되어 있다.

학습성과 달성목표 설정, 측정, 분석, 피드백, 공개

<표 4> 학습성과 9의 수행준거 설정

<Table 4> Establishment of performance criteria related to the 9th program outcome

학습성과 9	거시적 관점에서 공학적 해결 방안이 끼치는 영향을 이해할 수 있는 능력
수행준거	스스로 선택한 공학적 해결방안이 미래사회에 미치는 영향을 예측하고 그 대안을 모색한다.
수행수준	5: 기존 기술 개선 및 기술혁신을 위한 설계에 대해 인식하고 있다. 또한 공학적 해결방안이 미치는 순기능과 역기능을 종합적으로 판단한다.
	4: 설계를 통해 기존 기술 개선을 이해하고 있다. 공학적 해결방안이 미치는 순기능과 역기능을 사회적, 환경적 차원에서 부분적으로 파악한다.
	3: 기술 개선에 대한 인식이 어느 정도 있다. 공학적 해결방안이 미치는 복합적 기능을 인식은 하고 있으나 거시적 차원의 영향관계를 파악하지는 못하였다.
	2: 기술 개선과 설계를 연결하여 인식하지 못하였다. 공학적 해결방안이 미치는 복합적 기능 및 거시적 차원의 영향관계를 파악하지는 못하였다.
	1: 공학적 해결방안이 기존 기술 개선 및 거시적관점에서 미치는 영향을 인식조차 하지 못하였다.

<표 5> 학습성과 11의 수행준거 설정

<Table 5> Establishment of performance criteria related to the 11th program outcome

학습성과 11	경제, 경영, 환경, 법률 등 시사적 논점들에 대한 기본 지식
수행준거	시사적 논점에 대하여 논리적으로 원활하게 의사소통할 수 있다.
수행수준	5: 제시자료를 종합적으로 분석하고 시사적 쟁점을 거시적으로 통찰하여 문제를 정의하였다. 다양한 준거에 대해 정보를 판단하고, 통합된 정보를 요약 평가하여 자신의 견해를 정립한다. 시사적 논점에 대한 자신의 주장과 근거가 논리적으로 타당하다.
	4: 제시자료를 분석하고 시사적 쟁점을 비판적 인식하여 개념화하였다. 논제에 대해 기준을 가지고 판단하고, 자신의 견해를 정립한다. 자신의 주장에 대한 근거도 논리적이다.
	3: 제시자료의 분석보다 인용 수준이고, 시사적 쟁점을 인식하여 정의하였다. 논제에 대해 비판적으로 분석하고, 신의 견해를 정립하였으나 근거가 빈약하여 설득력이 약하다.
	2: 제시자료를 이해만 하고 이를 논술에 응용하지 않았다. 논제에 대한 판단기준이 정립되지 않았고, 자신의 주장이 뚜렷하게 드러나지 않았다.
	1: 제시자료를 이해하지 못하였고, 자신의 견해도 정립되지 못하였다.

<표 6> 학습성과 9의 분석적 채점기준표

<Table 6> Analytic rubric of assessment for the 9th program outcome

평가항목	캡스톤설계 최종보고서 채점기준표				
	5	4	3	2	1
공학적 해결방안이 기존 기술 개선에 미치는 영향 인식 (가중치 1)	기존 기술 개선 및 기술혁신을 위한 설계에 대해 인식하고 있다. 공학적 해결방안이 미치는 순기능과 역기능을 종합적으로 판단한다.	설계를 통해 기존 기술 개선을 이해하고 있다. 공학적 해결방안이 미치는 순기능과 역기능을 사회적, 환경적 차원에서 부분적으로 파악한다.	기술 개선에 대한 인식이 어느 정도 있다. 공학적 해결방안이 미치는 복합적 기능을 인식할 뿐 거시적 차원의 영향관계를 파악하지 못했다.	기술 개선과 설계를 연계하여 인식하지 못했다. 공학적 해결방안이 미치는 복합적 기능 및 거시적 차원의 영향관계를 파악하지 못했다.	공학적 해결방안이 기존 기술 개선 및 거시적 관점에서 미치는 영향을 인식조차 하지 못했다.
최종 결과물에 대한 자기 평가 (가중치 1)	최종 설계 결과물에 대하여 다양한 준거를 적용하여 자기 스스로 사용 가능성 여부를 종합, 판단한다. 발전적 대안을 설계에 적극 활용한다.	최종 설계 결과물에 대하여 준거를 적용하여 자기 스스로 사용 가능성 여부를 분석, 평가한다. 발전적 대안 모색을 제안하는 정도이다.	최종 설계 결과물에 대하여 사용가능성 여부를 인식하고는 있지만, 준거를 적용하여 판단하지는 않았다. 설계의 활용을 단순히 언급하였다.	최종 설계 결과물에 대한 스스로의 평가가 미약하다. 설계의 활용 및 응용이 언급되지 않았다.	최종 설계 결과물에 대한 자기 평가가 기술되지 않았다.

<표 7> 학습성과 11의 분석적 채점기준표

<Table 7> Analytic rubric of assessment for the 11th program outcome

평가항목	시사논술시험 채점기준표				
	5	4	3	2	1
제시자료 분석 및 문제인식 (가중치 2)	제시자료를 종합적으로 분석하고 시사적 쟁점을 거시적으로 통찰하여 문제를 정의하였다.	제시자료를 분석하고 시사적 쟁점을 비판적으로 인식하여 개념화하였다.	제시자료의 분석보다 단순 인용 수준이고, 시사적 쟁점을 인식하여 정의하였다.	제시자료를 이해만 하고, 이를 논술에 적용하지 않았다. 문제를 개념화하여 정의하지 못했다.	제시자료를 이해하지 못했다.
주장과 근거 분명성 및 논리적 타당성 (가중치 1)	주장에 대한 근거가 명확하고, 논리적으로 타당하다.	주장에 대한 근거가 논리적으로 타당하다.	주장에 대한 근거에 일부 논리적 비약이 있으나, 대체로 설득력이 있다.	주장에 대한 근거에 논리적 설득력이 거의 없다.	주장만 있고 근거는 없다.
내용의 체계적 조직 (가중치 1)	논리적으로 일관성 있게 내용이 전개되었다.	내용 전개가 매끄러우나, 일관성에서 어긋나는 부분이 간혹 있다.	논리의 비약이나 갑작스런 전환 등이 간혹 나타난다.	일관성 있는 내용 전개가 이루어지지 못했다.	내용 전개에 대한 고려가 부족하여 두서없이 나열되었다.
참신한 서론 및 결론부의 주장 환기 (가중치 1)	서론 도입이 참신하고, 결론에서 주장에 대한 재요약이 서술되었다.	서론 도입이 대체로 무난하며, 결론에서 주장을 종합하여 정리하였다.	서론의 문제 제기가 상투적이고, 결론은 본론의 핵심 내용을 포괄하지 못하였다.	서론이 매우 상투적이고, 논제에서 벗어난 예를 든다. 결론이 불명확하다.	서론과 결론이 구분되지 않는다.
논제에 대한 판단기준 정립 (가중치 3)	다양한 준거에 대해 정보를 판단하고, 통합된 정보를 요약, 평가하여 자신의 견해를 정립한다.	논제에 대해 일정 기준을 가지고 판단하고, 자신의 견해를 정립한다.	논제에 대해 비판적으로 분석하고, 자신의 견해를 정립하였으나, 그 근거가 빈약하다.	논제에 대한 판단기준이 정립되지 않았고, 자신의 주장이 뚜렷하게 드러나지 않았다.	자신의 견해가 정립되지 못했다.

등의 프로그램 학습성과 달성을 입증하기 위한 과정 이 <표 8>과 <표 9>에 각각 제시되어 있다.

<표 8> 학습성과 9의 평가체계

<Table 8> Assessment, evaluation, and feedback processes for the 9th program outcome

달성목표		졸업생의 50% 이상이 캡스톤 설계 최종보고 및 발표 항목 중 “공학적 해결방안이 기존 기술 개선에 미치는 영향 인식”과 “최종 결과물에 대한 자기 평가” 항목이 수행수준 3 이상	
측정평가	평가도구	캡스톤설계 최종보고서	졸업예정자 설문조사
	루브릭	채점기준표 (10점 만점)	설문조사
		5: 8점 이상 4: 6점 이상 3: 4점 이상 2: 2점 이상 1: 1점 미만	상: 매우 만족 중: 만족 하: 불만족
	측정실행	4학년 캡스톤설계 교과목의 최종보고서 채점 및 4학년 2학기 졸업예정자 대상의 설문조사를 통하여 측정 결과 수집	
분석 평가	2년차 및 5년차의 동계 방학 중에 측정 결과 분석 시행		
피드백	만족 시 달성목표의 상향 조정 문제점 발견 시 교육과정 개선		
공개	연차보고서 및 홈페이지		

<표 9> 학습성과 11의 평가체계

<Table 9> Assessment, evaluation, and feedback processes for the 11th outcome

달성목표		졸업생의 60% 이상이 시사논술시험의 수행수준 3 이상	
측정평가	평가도구	시사논술시험	졸업예정자 설문조사
	루브릭	채점기준표 (40점 만점)	설문조사
		5: 36점 이상 4: 32점 이상 3: 24점 이상 2: 16점 이상 1: 16점 미만	상: 매우 만족 중: 만족 하: 불만족
	측정실행	4학년 대상의 시사논술시험 채점 및 4학년 2학기 졸업예정자 대상의 설문조사를 통하여 측정 결과 수집	
분석 평가	3년차 및 6년차의 동계 방학 중에 측정 결과 분석 시행		
피드백	만족 시 달성목표의 상향 조정 문제점 발견 시 교육과정 개선		
공개	연차보고서 및 홈페이지		

IV. 사례 분석

광운대학교 전기공학 프로그램에서는 13가지의 모든 학습성과에 대해 달성목표를 설정하고, 평가도구별 루브릭이 제시되어 매 학기 별 또는 매년 측정 결과를 수집하여 분석평가 주기에 맞춰 프로그램 학습성과의 달성여부를 검토하였다[3].

광운대학교 전기공학 프로그램에서는 이러한 절차에 의해 공학교육인증 대상 (이하 전문 프로그램) 졸

업예정자와 공학교육인증에 참여하지 않는 (이하 일반 프로그램) 졸업예정자의 학습성과를 비교해 보는 것도 가치가 있을 것으로 사료되어 본 논문에서 그 결과를 제시하고자 한다.

<표 10>은 2009년 2월 또는 8월 전문 프로그램 졸업예정자 34명과 일반 프로그램 졸업예정자 18명의 학습성과 결과를 요약한 것이다.

<표 10>은 계량화된 점수를 표시한 반면, [그림 1]은 만점을 기준으로 점수를 정규화하여 각 학습성과 별로 전문 프로그램 졸업예정자와 일반 프로그램

졸업예정자의 학습성과의 차이를 일목요연하게 나타낸 것이다.

[그림 1]에서 흥미로운 사실은 에세이 제출에 의한 학습성과 평가(학습성과 7과 학습성과 10)에서는 일반프로그램 소속 학생이 다소 우수하였으나, 캡스톤설계 교과목의 보고서 및 발표에 의한 학습성과 평가에서는 전 영역에 걸쳐서 전문프로그램 소속 학생이 절대적으로 우위를 차지하고 있다는 것이다. 이것은 일반 프로그램 소속 학생의 경우 졸업 시까지 전

공주제 교과목 수강보다는 교양 교과목 위주로 수업을 수강한 영향으로 에세이에서 오히려 강한 면모를 보이는 것으로 해석된다.

V. 결론

본 논문에서는 광운대학교 전기공학 프로그램에서 제안한 학습성과 평가체계에 따라 전문 프로그램 학생과 일반 프로그램 학생의 학습성과를 비교해 본 결과 에세이에 의한 평가가 아닌 나머지 학습성과에서 전문 프로그램 학생이 일반 프로그램 학생에 비해 다소 우수한 것으로 나타났다.

향후 지속적인 학습성과 평가결과에 기초하여 체계적인 분석을 한다면 상당히 의미 있는 결과도 도출될 수 있을 것으로 기대된다.

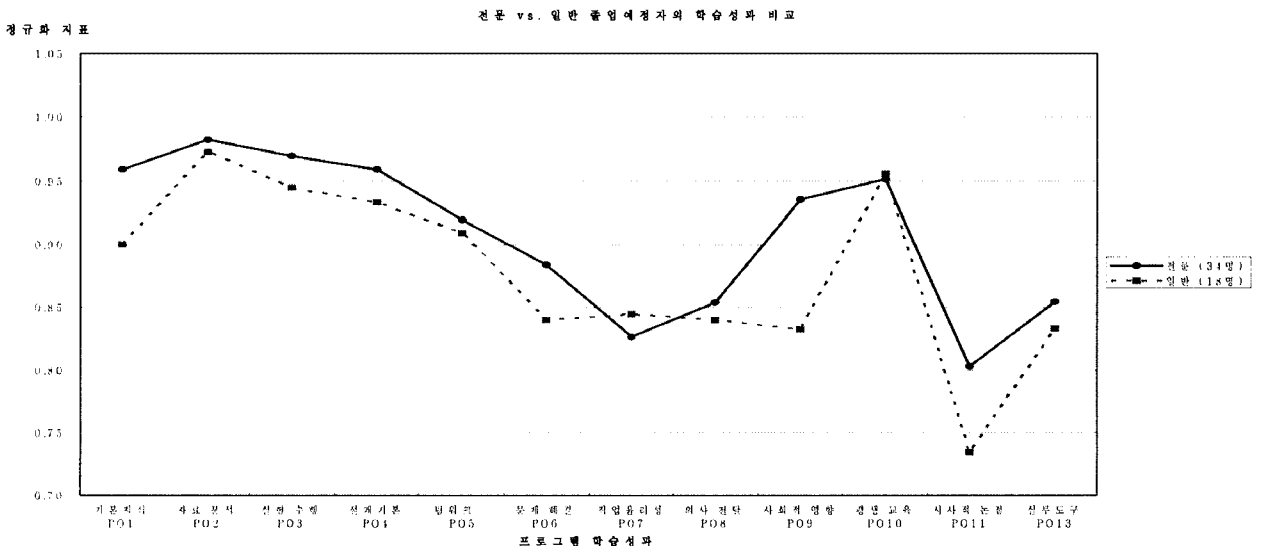
국문요약

학습성과 평가체계 수립 과정은 일반적으로 다음과 같다. 먼저 각 학습성과의 수행수준에 따른 수행준거를 설정하고, 교육과정을 통하여 달성되어야 하는 프로그램 학습성과의 달성목표를 수립한 이후에 적절한 평가 도구를 가지고 루브릭에 기초하여 측정평가를 실행한다. 측정된 결과를 토대로 분석평가한

<표 10> 광운대학교 전기공학 프로그램 2008학년도 졸업예정자의 학습성과 비교

<Table 10> Comparison of outcomes in Electrical Engineering program of Kwangwoon university

프로그램 학습성과	전문	일반	만점
PO 1. 기본지식	9.59	9.00	10
PO 2. 자료 분석	9.82	9.72	10
PO 3. 실험 수행	19.38	18.89	20
PO 4. 설계기본	14.38	14.00	15
PO 5. 팀워크	27.59	27.26	30
PO 6. 문제 해결	13.26	12.61	15
PO 7. 직업윤리성	33.06	33.78	40
PO 8. 의사 전달	85.41	84.06	100
PO 9. 사회적 영향	9.35	8.33	10
PO10. 평생 교육	38.06	38.22	40
PO11. 시사적 논점	32.14	29.37	40
PO13. 실무도구	12.82	12.50	15



[그림 1] 광운대학교 전기공학 프로그램 2008학년도 졸업예정자의 학습성과 비교 (정규화 지표)
 [Fig. 1] Comparison of outcomes in Electrical Engineering program of Kwangwoon university (normalized factors)

이후에 프로그램 학습성과 달성을 위해 교육과정 개선을 도모한다. 그리고 나서 적용된 프로그램 개선 사항은 다양한 경로를 통하여 공개된다. 특히 본 논문에서는 광운대학교 전기공학 프로그램의 평가체계 및 적용 사례를 통하여 공학교육인증 대상 학생과 그렇지 않은 학생의 학습성과를 비교·분석해 보았다.

주제어: 공학교육, 프로그램 학습성과, 수행준거, 평가도구, 루브릭

감사의 글

본 과제(결과물)는 지식경제부의 지원으로 수행한 에너지자원인력양성사업의 연구결과입니다.

참고문헌

김복기 외(2008). 학습성과 평가체계, 2008 공학교육 학술대회 및 한공협 워크샵.

한국공학교육인증원(2006). 공학인증기준 2005 설명서, http://www.abEEK.or.kr/ams/File/abEEK/new/KEC2005_인증기준설명서-웹공고용.pdf.

광운대학교 전기공학과(2008). 2008 공학교육 인증 평가 전기공학전문 프로그램 자체평가보고서.

저 자 소 개



허돈 (Don Hur)

1997년 2월 서울대학교 전기공학부 학사

1999년 2월 서울대학교 전기공학부 석사

2004년 8월 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사

2005년~현재 광운대학교 전기공학과 조교수