

공학 교육의 미래 지향적 평가 방안¹⁾

이병욱* · 노태천** · 김춘길***

충남대학교 대학원* · 충남대학교 교수** · 한국과학기술원 교수***

(2001. 6. 23. 접수)

The Plan for Future-Oriented Assessment of Engineering Education

LEE, Byung-Wook* · RHO, Tae-Cheon** · KIM, Choon-Gil***

*Graduate student of Chungnam National University**

*Prof. of Chungnam National University***

*Prof. of Korean Institute of Science and Technology****

(received June. 23. 2001)

국문요약

새롭게 맞이한 21세기에는 정보화와 기술 혁신이 더욱더 가속화되는 양상으로 진전됨에 따라 국가 경쟁력의 원천이 되어 왔던 노동·자본 등의 물적 생산 요소가 지식·기술 등 무형 지식 자산으로 전환되고 있다. 이러한 시대적인 상황에 맞추어 선진국 기업들은 세계 일류가 되기 위한 전략으로 일류기술을 확보하기 위한 경쟁과 협력을 가속화하고 있다.

이에 지식기반 사회의 기술 인력 양성 프로그램들은 학습자에게 기술에 대한 학문적 이해와 과학을 바탕으로 창의적인 기술적 응용 능력을 길러주는 것을 목적으로 해야 한다. 특히, 대학은 공학이 활용되는 산업의 각 분야에서 요구하는 지식 및 기술과 창의적인 문제해결능력과 현장감을 함양하게 하여 실천적인 업무를 수행할 수 있도록 해야 한다. 이를 강화하고 관리하기 위한 방안으로써 공학 기술자를 양성하는 기관에서는 교육의 질 관리를 강화하기 위해 졸업생들의 능력과 학업성적을 평가하여 인증하는 제도 도입이 시급하다.

본 연구에서는 현재 대안적인 평가기법으로 제시되고 있는 수행평가 기법중의 하나인 포트폴리오 평가를 공학 기술인력 양성 교육상황에 도입하여 그 활용 방안을 모색해 보고자 한다.

1) 본 연구에서 사용되는 '평가'라는 용어는 measurement 또는 evaluation보다는 '총평'의 개념인 assessment를 의미한다.

Abstract

According to the acceleration of informationalization and technological renovation in new coming 21st, the material production elements like labor and capital as well as others which have been the resources of a country's competitive power are changing into formless knowledge-based assets like knowledge and technology.

In order to meet these demands of this time, companies in developed countries are concentrating on competition and cooperation to obtain higher technology as a strategy towards becoming first-class countries in the world.

Thus, the development program of human resources should focus on providing creative technical application ability. Especially, universities should develop knowledge, technology, creative problem-solving ability and realism acquired by various fields in industry where engineering is used and make it possible to perform practical tasks. As a plan for enforcement and management of this program, a certification program which evaluates the ability and accomplishments of the study of graduate students in order to manage the quality of education should be applied as soon as possible at the institute which trains engineers.

In this study, among the accomplishment assessment which have been suggested as an alternative assessment method, portfolio assessment is introduced into the educational situation of engineering technological human resources to find a method of application.

I. 서론

새롭게 맞이한 21세기에는 정보화와 기술 혁신이 더욱더 가속화되는 양상으로 진전됨에 따라²⁾ 국가 경쟁력의 원천이 되어 왔던 노동·자본 등의 물적 생산 요소가 지식·기술 등 무형 지식 자산으로 전환되고 있다. 이러한 시대적인 상황에 맞추어 선진국 기업들은 세계 일류가 되기 위한 전략으로 일류 기술을 확보하기 위한 경쟁과 협력을 가속화하고 있다(김종갑, 2000). 이에 우리 나라 정부와 기업들은 R&D에 대한 혁신적인 투자를 통하여 기술을 창출하고, 창출된 기술의 신속한, 이전·상업화를 통하여 최대한의 경제적 이익을 도모함과 동시에 연구개발, 실용화, 인프라 구축 등 국가적 차원에서 기술 혁신 시스템의 경쟁력

강화를 추구해야만 한다. 또한, 기술 인력 양성 프로그램들은 과학과 기술을 접목하여 다양한 지식과 기술을 종합하여 주어진 기술적 문제를 해결할 수 있는 능력과 풍부한 창의력을 갖춘 신 기술 인력을 육성할 수 있도록 운영되어야 한다.

이에 지식기반 사회의 기술 인력 양성 프로그램들은 학습자에게 기술에 대한 학문적 이해와 과학을 바탕으로 창의적인 기술적 응용 능력을 길러주는 것을 목적으로 해야 한다. 특히, 대학은 공학이 활용되는 산업의 각 분야에서 요구하는 지식 및 기술과 창의적인 문제해결능력과 현장감을 함양하게 하여 실천적인 업무를 수행할 수 있도록 해야 한다. 이를 강화하고 관리하기 위한 방안으로써 공학 기술자를 양성하는 기관에서는 교육의 질 관리를 강화하기 위해 졸업생들의 능력과 학업

2) 특히, Design, Digital, D·N·A 관련 과학 기술 부문.

성과를 평가하여 인증하는 제도 도입이 시급하다.

이러한 인증제도는 평가에 기초하여야 하는데 공학 기술 인력 양성을 위한 교육 평가는 학습 결과의 평가뿐만 아니라 계획 및 설계, 수행 과정, 그리고 태도에 대한 평가까지도 고려되어야 하며 연속성을 띄는 평가가 이루어져야 한다.³⁾ 그러나 우리 나라 공과대학에서의 평가는 주로 결과물 중심의 지식에 대한 이해 정도와 조작능력을 단편적으로 평가하는 방식위주로 이루어지고 있어 급변하는 지식기반과 디지털 경제를 축으로 하는 사회에 필요한 기술인력 양성 기관들의 교육적 목적 달성에 도움을 주지 못하고 있다.

공학 기술 인력 양성 교육에서 실질적인 '참 평가(authentic assessment)'가 이루어지기 위해서는 학습자의 인지적 영역, 정의적 영역, 조작적 영역을 통합한 총합적인 평가가 이루어져야 하며, 이를 통하여 공학교육이 추구하는 교육 내·외적 목적 달성을 위한 정보를 제공할 수 있어야 한다.

따라서 본 연구에서는 현재 대안적인 평가기법으로 제시되고 있는 수행평가 기법 중의 하나인 포트폴리오 평가를 공학 기술인력 양성 교육상황에 도입하여 그 활용 방안을 모색해 보고자 한다.

II. 본론

1. 수행 평가의 개념

학습자의 기억과 재생산을 중요시하는 학습관을 강조하는 전통적인 평가 체제는 합리론과 경험론을 철학적 배경으로 절대주의적 진리관에 기초를 둔 평가체제라고 할 수 있다. 반면에 발달적인 교육과정을 지향하고 있는 수행평가 체제는 구성주의를 철학적 배경으로 상대주의적 진리관에 기초를 둔 평가 체제이다. 따라서 전통적인 평가체제는 규준지향평가(상대평가)와 양적 평가를 선호하는 경향이 있으며 수행평가체제는 학습자 개개인의 인지 구조의 지속적인 변화와 구체적·주관적

상황을 중요시하고 학습자의 이해의 성장을 중요시하는 학습관의 입장에 있기 때문에 준거지향평가와(절대평가) 질적 평가를 선호하는 경향이 있다.

일반적으로 수행 평가를 설명하기 위해서는 '수행'(Performance)과 '참'(Authentic)의 두 가지 핵심 용어가 사용된다. 수행은 "구체적인 상황에서 실제로 행동을 하는 과정(process)이나 그 산출물"(백순근, 1997:17), 또는 "영속적인 산출물에 의하여 직접적으로나 간접적으로 관찰되는 학습자들의 활동에서 발생하는 반응"(Elliott, 1995:1)으로 파악된다. 두 번째 핵심용어로 꼽히는 '참'(Authentic)은 "평가에서 발생하는 과제 의 본질과 내용에 관련되는 현실세계의 문제(problem)나 논쟁(issues)"을 의미한다(Elliott, 1995:1).

그러므로 수행평가는 학습자들에 대한 지도·조언 및 개선의 기능을 가지고 있고, 평가 내용은 절차적 지식(방법적 지식)인 학습의 과정을 중요시하기 때문에 교수·학습 활동이 학습자의 인지적·정의적·조작적 영역을 모두 강조하게 되고 탐구 위주의 창의성 등 고등 사고 기능을 강조하게 된다. 따라서 수행평가는 학습자들의 역량을 보다 타당하고 신뢰로우면서도 종합적으로 평가하므로 학습자들의 심리적 과정에 기초한 학습자 개개인의 이해와 수업과정의 질적 개선에 역점을 두는 평가관이라 볼 수 있다.

2. 포트폴리오 평가

전통적인 평가에 대한 대안적인 평가 방법인 포트폴리오 평가는 수행 평가의 한 유형으로서 교육과정을 통하여 학습자의 성숙과 학습동기 증진, 평가과정의 유효성, 학습증진, 학습목표의 반영과 실생활 경험에서의 유용성에 대한 증거를 제시한다.

3) 공학 교육에서의 평가는 지식의 이해 정도를 평가 해야할 뿐만 아니라 과학과 기술의 통합적인 상호작용에 의한 접근 능력, 기술적인 실기 능력, 기계·기구를 비롯한 여러 실험장치를 다루는 능력, 일에 대한 적극적이고 긍정적인 태도 및 올바른 이해, 정보의 이용 능력, 문제 해결 능력, 과학·기술 변화 예측 및 대응 능력 등을 전체적으로 균형 있게 평가해야 한다.

1) 포트폴리오의 개념 및 포트폴리오 평가의 의미

포트폴리오의 원래의 뜻은 서류 가방 또는 서류철이라는 뜻이다. 또한, 포트폴리오는 예술분야에서 전통적으로 사용되고 있는 “작품 모음집”을 지칭하는 용어 였으나, 개인의 지식과 기능 및 성향에 대한 증거를 제공하는 서류철로써 최근에 교육 현장에서 다양하게 사용되어 지고 있다(Collins, 1992). 또한, 포트폴리오는 교육과정 영역에서 학습자들의 노력 및 도달 정도를 설명하는 학습자 작업의 수집에 대한 내용 선택, 선택의 기준, 학습자의 장점과 자기반성을 판단하는 증거 선정에 대한 학습자의 참여도를 포함한다(Arter & Spandel, 1992:36).

포트폴리오 평가는 학습자 개개인이 수행한 일련의 과제 중에서 대표적인 몇 가지를 선정하여 이것들을 교수자 또는 평가자에게 평가받게 되는데, 교수자에게 평가받기 위해 학습자들이 제출하는 자료가 몇 개의 작품 혹은 수행 결과를 모은 서류철 형식을 취하기 때문에 붙여진 이름이다. 즉, 포트폴리오는 “학습자의 지식, 기능, 태도의 성장(또는 발달)을 점검하기 위해 교수자와 학습자가 사용한 체계적이고 조직화된 증거의 모음”으로 정의 될 수 있다.

따라서, 포트폴리오는 학습자의 능력에 대해 진실하고 의미 있는 기록을 제공할 수 있다. 포트폴리오는 학습자의 학습을 개선할 목적으로 설계하기 때문에 학습자들의 노력과 달성 정도가 구체적으로 나타난다. 포트폴리오의 이러한 측면은 학습이나 작업을 가치 있게 만들 뿐 아니라 학습자 자신이 학습자로서 긍지를 가지고 적극적으로 임할 수 있는 자신감과 의욕을 불러일으키는 긍정적인 면을 가지고 있다.

2) 포트폴리오 평가의 목적과 기능

포트폴리오 평가의 특성은 엔지니어들이 실제 부딪힐 수 있는 유사한 실제 문제를 사용한다는 것이며, 또한 자기 평가와 동료 평가를 통하여 학습자들의 책임감과 창의성을 더욱 강조할 수 있다. 또한 암기 위주의 시험 불안(test anxiety)을

덜어주고 “진정한 기술의 세계”에 대한 기술과 공학의 적용 방법과 보다 나은 학습의 방향을 제시해 줄 수 있다. Taylor(1991)는 학습자와 교육자의 입장에서 포트폴리오 평가의 목적을 다음과 같이 제시하였다.

- ① 학습자를 위한 포트폴리오의 목적: ㉠ 코스 내용과 기술에 관한 학습의 평가, ㉡ 창의적 과정에 대한 통찰력 증가, ㉢ 학습과정에서의 일관성 획득, ㉣ 시간의 경과에 따른 자신의 성장 인식, ㉤ 평가에 반영되는 작업 기술의 증진, ㉥ 수동적 학습자에서 능동적 학습자로 변화, ㉦ 자신감의 획득, ㉧ 성공적 학습자로서의 개인적 이미지 개선.
- ② 교수자(instructor)를 위한 목적: ㉠ 학습자 개개인의 성장과 진보에 대한 분명한 근거의 제공, ㉡ 개개의 활동에 대한 최적의 구별 근거, ㉢ 작업 과정에서의 학습자의 사고, ㉣ 작업 결과에 대한 상호 의사 전달과 협동심의 개선, ㉤ 코스 내용과 학습자 목표의 개발, ㉥ 학습자의 요구 충족을 위한 수업전략 개발, ㉦ 학습자의 성장에 대한 부모, 다른 교수자, 행정가의 이해 촉진 수단 제공.

Alleman & Brophy(1995)와 Fischer & King(1995) 등은 포트폴리오를 세가지 기능으로 분류하고 있는데, 그것들은 학습자의 지속적인 진전도와 변화의 생생한 기록물 및 작품 견본을 활용하는 학습 활동 포트폴리오(working portfolio), 학습자의 작품 중에서 최상의 작품을 선정하여 활용하는 전시 포트폴리오(showcase portfolio), 그리고 완성된 사정 및 평가의 표본(evaluation sample)에 관한 기록물을 제공하기 위하여 활용되는 기록보존 포트폴리오(record-keeping portfolio) 등이다. 이와 유사한 입장에서 Nitko(1996)는 포트폴리오 성장 및 학습진행 포트폴리오(growth & learning-progress portfolio)와 최고작품 포트폴리오(best-work portfolio)로 분류하고 있다.

3) 포트폴리오 평가의 장점

포트폴리오 평가의 장점은 일반적으로 다음과 같다(Christy & Lima; Jongsma, 1989; Wolfe & Miller, 1997).

첫째, 포트폴리오 평가는 학습자를 평가하기 위한 방법일 뿐만 아니라, 교수-학습 활동을 촉진하는 평가 방법이다. 즉, 포트폴리오 평가는 교수-학습 활동 자체를 촉진하고 그것을 개선하기 위해 지도·조언하는데 필요한 정보를 제공할 뿐만 아니라 학습자의 목표 달성도를 점수화·서열화하기 위한 구체적인 증거를 제공하는 평가 방법이다.

둘째, 포트폴리오 평가는 단편적이거나 일회적이지 않고 종합적이면서도 지속적으로 이루어지는 평가방법이다. 즉, 포트폴리오 평가는 단편적인 영역에 대해 일회적으로 평가하지 않고 학습자들 개개인의 변화·발달과정을 종합적으로 평가하기 위해 전체적이면서도 지속적으로 평가하는 것을 강조하는 평가 방법이다.

셋째, 포트폴리오 평가는 자신에 대한 자기 평가나 동료 평가의 기회를 제공하는 평가 방법이다.

넷째, 포트폴리오 평가는 교수-학습의 결과뿐만 아니라 과정도 평가의 중요한 대상으로 삼는 평가 방식이다. 즉, 포트폴리오 평가는 선언적 지식(무엇에 대해 아는 것, 내용적 지식)의 성취 수준뿐만 아니라 절차적 지식(어떻게 하는지 아는 것, 방법적 지식)의 성취 수준을 파악하는 것을 매우 중시하는 평가 방법이다.

다섯째, 포트폴리오 평가는 직접적인 평가(direct assessment)의 특성을 지니는 평가 방식이다. 즉, 주어진 답지 중에서 정답을 선택하게 하는 간접적인 평가가 아니라, 학습자 자신의 관심과 노력을 직접 표현할 수 있도록 허용함과 동시에 구체적인 산출물을 능가적이면서도 체계적으로 보관하도록 하는 평가 방법이다.

3. 포트폴리오 개발 및 활용

포트폴리오를 개발할 때 고려해야 할 점은 첫째, 학습자가 자기 반성할 수 있는 기회를 제공해야 하고, 둘째, 포트폴리오에 포함시킬 내용을 학

습자 스스로 선택할 수 있어야 하며, 셋째, 포트폴리오에는 향상을 설명할 수 있는 정보가 들어 있어야 한다.

포트폴리오를 개발하기 위해서는 다른 수행평가를 개발할 때와 마찬가지로 기본 과정을 따르는 것이 편리하다. 포트폴리오 개발 절차를 소개하면 다음과 같다(남명호, 1995).

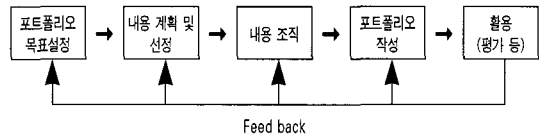


그림 1. 포트폴리오 개발 절차 및 활용 절차

현재 기술 인력 양성 과정에서 포트폴리오의 사용은 별로 널리 퍼져있지 않다. Olds와 Miller (1999)는 Mines의 Colorado 대학교에서 화학공학 프로그램을 총평하고 평가(assessment and evaluation)하는 주요한 도구로서 포트폴리오의 사용을 논의하였다.

그들은 포트폴리오의 사용에서 학습된 수업으로서 뿐만 아니라 포트폴리오의 개발을 위한 계획을 보여주었다.

기술인력 양성과정에서 이러한 포트폴리오를 도입하게 된 이유는 ① 학습자들의 일반 교양 교육을 강화하고, ② 학습자들의 자기 자신에 대한 인식을 촉진시키며, ③ 교수들의 학습자 지도가 학습자 개개인에게 의미가 있도록 하며, ④ 학습자들로 하여금 공학 기술 전반에 대한 통합된 지식과 교육적 경험을 가질 수 있도록 하고, ⑤ 학교의 교육 방법을 개선하며, ⑥ 대학 생활을 통해 학습자들이 얼마나 진보했는가 하는 실증적인 자료를 수집하기 위한 것이었다.

이 새로운 평가 기법을 통하여 학습자들은 자기 자신의 변화 과정을 알 수 있었고, 자신의 장점이 나 약점, 성실성 여부, 잠재 가능성 등을 스스로 인식할 수 있었으며, 교수들은 학습자들의 과거와 현재의 상태를 쉽게 파악할 수 있을 뿐만 아니라

앞으로의 발전 방향에 대한 조언을 쉽게 할 수 있었다고 보고하고 있다.

또한, 우연재 · 이병욱 · 노태천 등(1999)은 공학 교육에 수행평가를 적용함으로써 효율적인 공학교육의 목적을 달성하고 공학적 문제해결의 의사결정에 정보를 제공하는 방향으로 평가의 방향이 자리 매김 되어야 한다고 하였다.

이를 위하여 공과대학에 재학중인 학습자들은 개개인별로 전공 과목의 포트폴리오를 작성하게 하여 취업 및 대학원 진학시 그 학습자를 평가할 수 있는 도구로 활용되어야 함을 제언하였다. 일회적인 선발 시험을 통한 방법보다는 대학 4년 동안 공학도로서 갖추어야 할 능력과 기술 및 기능의 발달단계를 전체적으로 볼 수 있는 기회의 제공을 통하여 학습자들을 평가하는 것이 더욱 신뢰롭고 타당하며, 이러한 일련의 평가활동은 공학교육이 지향하는 바대로 학습자들을 안내하는 역할을 하게 될 것으로 예측하였다.

4. 기술 인력 양성 과정에서 포트폴리오 평가 활용 방안

1) 기술 인력 양성 과정에서 포트폴리오 평가의 필요성

포트폴리오는 다른 학문들에서 확장되어 사용되어왔으나, 기술 인력 양성 과정 프로그램에서 포트폴리오의 사용은 널리 퍼져 있지 않다.

그러나 최근 미국에서는 공학 기술 교육에서 학습자들의 능력을 문서화하기 위한 포트폴리오 사용을 EC2000(Engineering Criteria 2000)에서 채택하고 있다. EC2000의 준거 3(Criteria 3)에서

포트폴리오는 학습자들의 결과를 평가하고 기록하기 위한 적합한 하나의 방법으로 언급되고 있다.

공학 기술 인력 양성 과정을 선택한 학습자가 포트폴리오를 준비해야 하는 결정적인 이유는 포트폴리오 작성을 비롯한 일련의 과정들이 학문적 그리고 직업적 진로를 결정하고 준비하기 위하여 계획을 수립하고 진행 과정을 점검하기 위한 강력한 도구이기 때문이다.

포트폴리오를 준비하고 작성하는 과정에서 학습자는 공학 기술에 대한 학문적 과정과 계획을 수립할 수 있을 뿐만 아니라 그들이 진로를 결정함에 있어 무엇을 하는 것이 좋은지에 대하여 좀더 생각할 수 있는 기회를 가질 수 있다.

또한 공학 기술 양성 과정을 졸업한 후 취업을 할 때에도 포트폴리오는 공학 기술에 대한 학습자의 소양과 능력을 종합적으로 보여줄 수 있고 취업 면접(employment interviews)시 좋은 자료로 활용될 수 있다.

2) 기술 인력 양성과정 평가에서 필요한 포트폴리오의 구성 방안

공학 기술 인력 양성 교육 평가에서 필요한 포트폴리오 평가를 위해서는 각 공과 대학 및 학과 별로 가칭 ‘평가 준비 협의회’를 구성하여야 한다. 이 협의회에는 학과의 목표, 학습자의 성취 능력 기준 등을 설정하는 프로그램 위원회, 교과목 선정 및 편성, 운영 등을 담당하는 교과과정 위원회, 그리고 각종 평가 관련 준거 설정, 평가양식지 개발, 평가 활용 방안 모색 등의 업무를 담당하는 평가위원회가 구성되어야 한다.

창의적인 문제해결 능력과 설계 능력을 지닌 공

〈표 1〉 공학 기술 교육 평가에서 필요한 포트폴리오의 구성 방안 및 활용

구 성		과목 평가	대학원 진학	취업	학습자 평가	교수방법 개선	프로그램 평가
과목별 학습자 평가용 포트폴리오			○	○	○	○	○
경력 평가용 포트폴리오	학문을 위한 포트폴리오		○	○	○		○
	전문적인 직업을 위한 포트폴리오			○	○		○
프로그램 평가용 포트폴리오		○				○	○

공학 교육의 미래 지향적 평가 방안

학 기술자를 양성하기 위해서 공학 기술 교육 체제에서는 크게 3가지 방향의 평가가 요구된다. 첫째는 각 과목을 이수한 학습자들에 대한 평가이고, 둘째는 대학 학부과정 동안의 학습자들의 경력(careers)을 평가하여 취업 또는 대학원 등의 계속교육 기관에 진학시 활용할 수 있도록 한 평가, 그리고 각 학과 또는 공과 대학에 설정되어 있는 프로그램에 대한 평가이다.

따라서 앞서 언급한 공학 기술 인력 양성 교육 평가에서의 포트폴리오 평가 적용에 대한 타당성에 비추어 볼 때 공학 기술자 양성 과정에서의 포트폴리오는 다음과 같이 3가지로 구성될 수 있다. 첫째는 각 과목(주로 교양 필수와 전공 필수 과목)에 대한 학습자가 획득한 인지적, 정의적, 심동적인 성과를 참 평가를 하는 '과목별 학습자 평가용 포트폴리오'이다.

둘째는 공과 대학 학부과정을 이수하는 동안 학습자들의 전공 기반 영역, 기본 소양 영역, 공학 실무 영역 등의 발달과정을 평가하기 위한 '경력 평가용 포트폴리오'이다. 경력 평가용 포트폴리오는 다른 대학 편입 또는 대학원 진학을 할 때 활용될 수 있는 '학문을 위한 포트폴리오'와 대학 졸업 후 취업을 하고자 할 때 활용할 수 있는 '전문적인 직업을 위한 포트폴리오'로 구분된다. 셋째는 프로그램 인준과 프로그램 개선 및 재 설정을 위하여 각 공과대학 학과의 프로그램을 평가하기 위한 수단과 도구로서 활용할 수 있는 '프로그램 평가용 포트폴리오'이다.

3) 공학 기술 인력 양성 교육 평가의 포트폴리오 준거(rubric)

미국의 공학 교육 인증기관인 ABET(Accredi-

〈표 2〉 공학 기술자가 갖추어야할 기본적인 능력과 자질의 준거

준 거	세부 내용
성과 A	수학, 과학, 공학의 지식을 적용하는 능력(An ability to apply knowledge of mathematics, science and engineering).
성과 B	실험을 설계하고 수행하며 데이터를 해석하는 능력(An ability to design and conduct experiments as well as to analyze and interpret data).
성과 C	시스템, 요소, 또는 과정을 설계하는 능력(An ability to design a system, component or process to meet desired needs).
성과 D	다양한 학문적인 조건에서 역할을 수행하는 능력(An ability to function on multi-disciplinary teams).
성과 E	공학적 문제들을 확인하고, 공식화하고, 해결하는 능력(An ability to identify, formulate and solve engineering problems).
성과 F	직업적인 책무성과 윤리적인 책무성을 인식(An understanding of professional and ethical responsibility).
성과 G	효과적으로 의사 소통하는 능력(An ability to communicate effectively).
성과 H	세계와 사회적인 맥락에서 공학적인 해결책들의 영향을 이해하기 위한 광범위한 교육 필요(The broad education necessary to understand the impact of engineering solution in a global and societal context).
성과 I	평생학습의 필요성을 인식하고 노력하는 능력(A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning).
성과 J	현시대의 쟁점에 대한 지식(A knowledge of contemporary issues).
성과 K	공학 실습을 위하여 기술, 기능, 그리고 현대 공학 도구들을 사용하는 능력(An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice).

tation Board for Engineering and Technology)의 인증 기준은 시대변화에 따라 계속하여 개선되고 있다. 인증 기준의 최근 것은 EC2000(Engineering Criterion 2000)으로 불리 우며 2000년부터 적용된 인증 기준이다. 이 기준은 과거의 기준과 비교하여 혁신적으로 개편된 것이기 때문에 이 기준에 적합한 공학 기술 인력 양성 교육 프로그램 개발하기 위하여 많은 연구와 노력이 진행되고 있다.

이 기준의 특징은 프로그램의 성과(outcome)를 미리 결정하고 교육 결과가 이 성과에 도달 할 때까지 교과과정을 계속하여 개선하여 나가는 것이다. 프로그램의 성과는 산업체와 수요자의 요구사항을 반영하여 결정하고 교육결과를 평가하기 위한 도구는 대학에서 자체적으로 개발한다.

이 기준에서 정한 공학 기술자가 갖추어야 할 기본적인 능력과 자질은 <표 2>와 같다.

이 내용을 보면 (a)~(e)는 기술적 능력이고 (f)~(j)는 비기술적 자질이며 (k)는 실무기술에 관한 사항이다. 이것을 보면 앞으로의 지식을 기반으로 하는 산업사회는 공학 기술자에게 많은 비기술적 자질을 요구하고 있음을 알 수 있다.

프로그램의 교육목표가 정하여졌으면, 그 프로그램에 의하여 교육된 졸업생의 능력과 자질이 그

프로그램의 목표를 만족할 수 있도록 교육하여야 한다.

또한, 졸업생의 능력과 자질을 엄격히 평가할 수 있는 방법이 강구되어야 한다. 과거에는 그 프로그램에서 무엇을 어떻게 가르쳤는가를 주로 평가하였는데 앞으로는 학습자가 얼마나 학습되었는지를 평가하여야 한다.

따라서 졸업하는 학습자의 능력과 자질을 평가하려면 졸업하는 학습자의 설문조사, 기초지식 시험, 설계교육을 통한 창의력, 응용력, 판단력, 종합능력, 의사소통능력, 협동능력, 전문가 윤리의식 등 많은 내용을 평가하여야 한다.

우리 나라 맥락에서 공학 기술 교육을 통하여 공과대학 졸업생들이 함양해야 할 소요 능력과 소양을 크게 전공기반 영역, 기본적 소양 영역, 공학 실무 영역 등으로 나누어 제시할 수 있다. 각 영역의 구체적인 사항들은 <표 3>과 같다(한송업, 2000).

이러한 영역들은 각종 공학 기술 인력 양성 교육 평가시 포트폴리오의 준거로 활용되어질 수 있다.

4) 공학 기술 인력 양성 교육 평가
포트폴리오의 작성 및 활용 방안

공학 기술 인력 양성 교육이 달성해야 할 다양

<표 3> 공학 기술 인력 양성 교육 포트폴리오 평가 준거

영역	준거
1) 전공 기반 영역	가) 수학, 기초과학, 공학지식과 이론을 응용할 수 있는 능력 나) 자료를 이해하고 분석할 수 있는 능력 및 실험을 계획하고 수행 할 수 있는 능력 다) 요구된 필요조건에 맞추어 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력 라) 복합 학제적 팀의 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력 마) 공학 문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 해결 할 수 있는 능력
2) 기본 소양 영역	가) 직업적, 도덕적 책임에 대한 인식 나) 효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력 다) 거시적 관점에서 공학적 해결 방안이 끼치는 영향을 이해할 수 있는 능력 라) 평생 교육에 대한 필요성의 인식과 평생교육에 참여할 수 있는 능력 마) 경제, 경영, 환경, 법률 등 시사적 논점들에 대한 기본 지식 바) 세계 문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력
3) 공학 실무 영역	공학 실무에 필요한 기술, 방법, 최신 공학 도구들을 사용할 수 있는 능력

한 목적에 비추어 공학 기술 인력 양성 교육의 평가를 정의하여 보면, ‘과학과 기술의 원리와 법칙 등을 활용하여 공학 분야의 창의적 문제해결을 위한 자료를 수집, 분석하는 체계적인 과정과 의사 결정을 위한 정보의 제공’으로 정의할 수 있다(우연재·이병욱·노태천, 1999).

공학 기술 인력 양성 교육 평가에서 활용할 수 있는 포트폴리오의 작성 주체와 그 활용은 다음과 같다. 과목별 학습자 평가용 포트폴리오와 경력 평가용 포트폴리오는 학습자가 직접 작성을 하도록 한다. 과목별 학습자 평가용 포트폴리오는 해당 과목 담당 교수와 지속적인 의사소통을 통하여 포트폴리오를 개선하고, 경력 평가용 포트폴리오는 지도교수와 학부 기간 내내 지속적으로 의사소통을 하고 개선하도록 한다. 프로그램 평가용 포트폴리오는 학과 또는 공과대학 단위에서 자체 프로그램을 개발하거나 개선할 필요가 있을 때 학습자들의 과목 평가용 포트폴리오를 참고하여 자체적으로 작성·평가하여 정보를 수집하거나 그 결과를 반영하도록 한다.

공학 기술 교육 평가 포트폴리오는 각각 다음과

같이 작성하여 활용할 수 있다.

(1) 과목별 학습자 평가용 포트폴리오

앞서 언급한 공학 기술 인력 양성 교육 평가의 개념적 정의를 근거로 하여 과목별 학습자 평가용 포트폴리오 평가의 방향은 다음과 같다.

- ① 인지적 영역 평가: 공학 기술 교육의 인지적 영역은 과학적 기술에 대한 사고능력과 지식으로 나타낼 수 있으며, 과학과 기술의 이해를 통하여 과제를 해결하는 능력을 평가하기 위한 영역이다. 이 영역에서 요구되는 것은 실천적 기능의 습득보다는 기술을 이해하기 위한 기초로서 해당 공학 실습분야의 과학 및 기술과 관련된 개념 및 원리의 이해로 시작하여 실생활에서 부딪치는 문제들을 해결하기 위한 문제의 인식과 진술을 포함한다. 따라서 공학적인 과제를 해결하기 위한 문제를 진술할 수 있는 능력을 평가하기 위한 지필 고사와 포트폴리오 평가가 요구된다.
- ② 정의적 영역 평가: 정의적 영역은 공학도 및 직업인으로서의 과학적·기술적 태도로 나타내어지며, 과학과 기술발전에 관한 관심, 합

<표 4> 과목별 학습자 평가용 포트폴리오 준거

포트폴리오 목록	세부 내용(졸업생의 능력)
의사소통(Communication)	- 효율적으로 의사 소통하는 능력
설계(Design)	- 시스템, 구성요소를 설계하는 능력 또는 원하는 욕구를 처리하는 능력 - 포괄적이고 사회적인 환경(context)에서 공학 해석의 효과를 이해하기 위한 폭넓은 교육의 필요성 - 공학의 각 영역에서 갖추어야 할 최소한의 실력 - 교육과정의 전문적인 구성 요소를 통하여 통합된 설계 경험으로 공학 설계를 수행할 수 있는 능력
공학도구 실습경험(Laboratory experience)	- 공학의 실천을 위해 필요한 기술·기능, 그리고 현대 공학 도구들을 사용할 수 있는 능력 - 데이터를 분석하고 해석하는 것뿐만 아니라 실험을 설계하고 수행할 수 있는 능력 - 공학의 주요 영역 중 한 분야 이상에서 데이터를 비판적으로 분석하고 해석할 수 있는 능력과 실험, 실습을 수행할 수 있는 능력
문제해결/분석(Problem solving/analysis)	- 수학, 과학 그리고 공학의 지식을 응용할 수 있는 능력 - 공학 문제를 증명하고, 공식화하고, 해결할 수 있는 능력
전문적 실천 (Professional practice)	- 전문적 도덕적인 책임 이해 - 일생동안 학습을 위한 욕구와 학습에 종사하고자 하는 인식 - 현대의 쟁점에 대한 지식 - 졸업에 앞서 개인 회사나 정부 기관에서 공학과 관련된 일을 한 경험 - 실제적인 논점에 대한 전문적인 이해

리적인 소비 생활 태도, 생활환경을 유지·발전시키려는 태도, 진로 탐색 태도, 안전 사고 방지 및 에너지 절약을 생활화할 수 있는 태도 등이 포함된다. 공학에서는 과제를 수행하는 과정에서의 준비, 기자재 정리 정돈, 작업안전 수칙의 준수 등 여러 가지의 상황에서 관찰되어 진다. 이 영역의 평가는 과정을 수행한 학습자의 자기평가서, 관찰 평가, 동료평가 등으로 평가되어질 수 있다. 자기평가서, 관찰 평가, 동료평가 등은 포트폴리오 평가의 중요한 구성요소이다.

- ③ 조작적 영역 평가: 조작적 영역은 주로 기술적 실천력에 관한 학습 영역으로서 재료, 공구, 기계·기구, 설비 등을 사용하여 학습자가 과제를 창의적으로 재구성하여 제작하는 체험적인 학습활동이며, 기계·기구를 정확하고 안전하게 사용할 수 있는 능력을 말한다. 이를 평가하기 위해서는 학습자가 과제를 이해하여 구성할 수 있는 능력에서부터 과제의 결과물에 이르는 계획, 과정, 결과에 대한 연속적인 평가가 요구되며 이러한 공학 기술 교육을 위한 특성에 부합되는 평가방법으로는 진행 과정 및 결과물의 평가, 실기시험, 포트폴리오 등이 요구된다.

또한, <표 2>와 <표 3>을 고려하여 <표 4>와 같은 과목별 학습자 평가용 준거를 설정하여 포트폴리오를 작성하게 하여 평가를 할 수 있다.

(2) 경력 평가용 포트폴리오

경력 평가용 포트폴리오들은 앞서 언급한 공과대학의 공학 프로그램을 통하여 학습될 수 있는 능력 모두를 적절하게 다루는 평가도구이어야 한다. 학습자들은 공과대학 1학년에 입학한 순간부터 그들의 포트폴리오를 시작하고 학부 과정에 재학하고 있는 동안에 계속하여 포트폴리오의 내용을 최신의 것으로 수정하도록 한다. 포트폴리오는 각 학년에서 이수과정의 한 부분으로서 지도교수와 의 상호작용에 의해 점검·검토되어진다. 따라서 학습자들은 그들의 지도교수와 면담을 할 때와 그들의 학문적인 경력과 직업적인 경력들에 대한

계획을 수립할 때에도 경력 평가용 포트폴리오를 활용한다.

경력 평가용 포트폴리오는 ‘학문을 위한 포트폴리오’와 ‘전문적인 직업을 위한 포트폴리오’로 구성되어질 수 있다. 모든 공과 대학 학습자들은 기본적으로 두 개의 포트폴리오를 준비하여야 한다. 각 포트폴리오는 개별적이면서도 구체적인 여러 개의 장으로 구분되어야 한다.

(가) 학문을 위한 포트폴리오(대학원 진학용)

학문을 위한 포트폴리오는 고등학교 졸업부터 대학 졸업 때까지 공학적인 측면에서 학문적인 접근에 대한 역사적 기록이 포함된다. 또한, 공학과 관련된 전문가적 소양(professional accomplishments)을 기록하게 함으로써 그 정도를 알 수 있고, 단기적인 측면과 장기적인 측면에서 학문 탐구에 대한 계획수립에 도움을 줄 수 있다.

<표 5> 학문을 위한 포트폴리오 내용 (Portfolio Contents)

제 1 장	자기 목표 진술과 설계도
제 2 장	이력서
제 3 장	전공 관련 교육 이수 목적
제 4 장	비 전공 관련 교육 이수 목적
제 5 장	전공 관련 교육적 경험
제 6 장	비 전공 관련 교육적 경험
제 7 장	성적 증명서
제 8 장	이수 교과과정 진술
제 9 장	전공관련 취업 경험담
제 10 장	다른 전공 관련 취업 경험담
제 11 장	과외의 활동
제 12 장	상·벌 현황
제 13 장	기타 사항

학문을 위한 포트폴리오에 구성되어야 할 내용들은 <표 5>와 같다. 학문을 위한 포트폴리오를 위해서는 내용을 수집·보관하기 위한 링 바인더 또는 전자 포트폴리오가 필요하고, 각 장에는 여러 가지 참고 자료(수료증 또는 자격증, 신문이나 잡지에서 오려낸 것, 편지, 사진) 등이 포함되어 진다.

학문적 포트폴리오의 제 1 장은 자신의 목적, 신념, 그리고 평생의 인생 목표들을 간략하게 진술하는 부분이다. 이 장에서는 자신의 목표 진술뿐만 아니라 학습자들이 Steven Covey박사의 '성공하기 위한 7가지 습관' 또는 'ivillage.com' 과 같은 문헌이나 인터넷 온라인 등과 같이 목표 설정을 위한 다양한 접근 방법과 기법들을 검토하도록 유도 한다. 특히, 포트폴리오 본래의 특성을 살려 자신의 목표와 신념이 시간과 함께 변화되면 수정이 될 수 있도록 한다.

그리고 학습자들은 그들의 목표에 대한 진술이 끝나면 이를 세부적인 인생 목표 설계도를 작성할 수 있도록 한다.

제 2 장은 이력서를 작성하는 부분으로써, 학습자들은 일정한 양식에 따라 이때까지 자신의 각종 경력을 개략적으로 작성을 한다. 물론 이력서도 시간의 흐름에 따라, 어떤 것은 탈락되고 새로운 것이 첨가되는 등의 변화가 있으면 학습자들은 포트폴리오에 그들의 경력들에 대한 내용을 수정할 수 있도록 한다.

제 3 장은 전공 관련 교육 이수 목적을 진술하는 부분으로서 단기 목적과 장기 목적으로 구분하여 진술하도록 한다. 단기 목적에서 학습자들은 학문의 분야로써 자신의 전공을 왜 선택하였는지, 자신이 다니고 있는 대학을 왜 선택하였는지, 그리고 자신의 소속 대학에서 그들의 목표달성을 위하여 어떻게 해야 하는지를 탐구하여 진술하도록 한다. 장기 목적에서는 대학 졸업후의 삶과 생애에 대한 논의, 그리고 평생 학습 목표들에 대한 진술을 하도록 한다. 제 4 장에는 비전공 교육 이수 목표들에 대하여 제 3 장과 동일 내용과 방법으로 진술하도록 한다.

제 5 장에는 대학교 이전 시절에서 전공과 관련된 어떤 특별한 경험들을 비롯한 전공관련 교육적 경험, 전공 관련 학원 수강, workshop 참석 등을 진술하고, 제 6 장에서는 외국여행, 교양과 관련된 학원 수강 등과 같은 다른 교육적 경험들을 진술하도록 한다.

제 7 장은 학교 성적 증명서와 외국어 성적 증명서 등을 첨부하고 그 성적에 대한 개선사항이나

앞으로의 학습 방향에 대하여 진술하도록 한다.

제 8 장은 이수 교과과정 진술을 하는 곳으로, 학습자가 이수한 교과 과정(course work)에 대하여 각 과목별로 진술하도록 한다. 학습자들은 전체 교육과정에서 선택 이수한 각 과정에서의 경험담을 진술하고, 왜 그 과정을 선택하였는지, 그 과정이 학습자 자신의 진로를 위해 어떠한 가치가 있고 그 가치는 무엇인지, 그리고 과정의 강의 시간에서 요구받은 과제 또는 프로젝트나 연구과제의 절차를 비롯한 일련의 설명과 경험을 논의하고 서술하도록 한다.

제 9 장은 전공과 관련된 취업 경험담을 진술하도록 한 곳으로 학습자들이 대학입학전이나 학기 중 또는 방학 기간을 이용하여 전공과 관련된 직업에 취업하여 획득한 경험과 프로그램에 대해 서술하고 논의하도록 한다. 특히 학습자들이 왜 그 직업을 선택하였는지, 그리고 무엇을 학습하였는지에 중점을 두고 논의를 하고 진술하도록 한다.

제 10 장은 다른 전공 관련 취업 경험담을 다루는 곳이고 진술하는 내용과 중점은 제 9 장과 유사하다.

제 11 장은 대학 내외 또는 사회활동에서 수행한 과외 활동을 다루는 곳으로, 활동의 목적과 내용에 대한 진술, 학습자의 역할, 그리고 활동의 가치 등에 대하여 논의하고 진술하도록 한다.

제 12 장은 학부 과정동안에 다양한 교육경험이나 과외 활동 등을 통하여 얻은 명예, 상, 그리고 별 등을 제시하고 구체적인 경위를 진술하도록 하고 이러한 것들이 자신에게 어떠한 가치가 있는지에 대하여 논의하고 진술하도록 한다.

제 13 장은 앞에서 제시한 내용 이외의 기타사항에 대하여 진술하도록 한다.

(나) 전문 직업인을 위한 포트폴리오(취업용)

전문 직업인을 위한 포트폴리오는 학문을 위한 포트폴리오의 한 부분으로써 취업을 하기 위하여 필요한 경력 등을 알 수 있는 다양한 자료들 포함하게 하여 취업시 학습자의 능력과 기능을 고용자에게 잘 표현할 수 있도록 해야 한다.

전문 직업인을 위한 포트폴리오의 내용을 제시

하면 <표 6>과 같다. 전문 직업인을 위한 포트폴리오도 학문을 위한 포트폴리오와 마찬가지로 내용을 수집·보관하기 위한 링 바인더 또는 전자 포트폴리오가 필요하고, 각 장에는 여러 가지 참고 자료 등이 포함되어 진다.

<표 6> 전문 직업인을 위한 포트폴리오 내용

제 14 장	경력 분석 : 교육 경험, 작업 경험, 기술 및 기능이 포함
제 15 장	평생 학습 계획 : 평생 학습 계획, 직무 탐색, 초기 진로

앞서 강조하였지만 전문 직업인을 위한 포트폴리오는 학문적 포트폴리오의 한 부분으로 활용한다. 이 포트폴리오는 대학 2학년 수준 과정에서 조직적이고 기술적인 의사소통과 직업 개발을 목적으로 시작한다. 전문 직업인을 위한 포트폴리오의 제 14 장인 경력 분석은 교육적 경험, 일의 경험, 그리고 다양한 기술 및 기능들에 대한 경험담에 대하여 총체적이고 통합적인 자신의 경력을 분석하여 진술하도록 한다.

제 15 장 평생 학습 계획은 졸업 이전과 이후의 교육적 계획, 직무 탐색을 위한 계획, 그리고 초기 진로를 위한 계획을 다루도록 한다.

포트폴리오 준비 과정은 필수적인 포트폴리오의 내용, 자신의 목표 진술 및 설계도 작성, 그리고 구조에 대한 개요에 대하여 담당 학과나 교수로부터 소개를 받으면서 시작한다. 소개받은 뒤 약 3주 정도가 지나서 각 학습자는 포트폴리오를 통하

여 그가 무엇을 축적하였는지, 그리고 그가 포트폴리오 내용에 대하여 어떠한 의문을 가지고 있는지에 대하여 담당 학과나 교수와 면담을 하게 한다. 학습자들은 준비하는 동안 또는 준비를 한 후에 바로 포트폴리오에서 가치를 알게 될 것이다. 포트폴리오의 초기 준비와 검토를 위한 예정표의 예는 <표 7>과 같다. 언급된 것처럼 포트폴리오의 각각은 개선되어지고 검토되어지고 매년 한번씩 등급이 매겨지게 된다.

(3) 프로그램 평가용 포트폴리오

포트폴리오는 성과를 비롯하여 프로그램을 평가하는데 유용하게 사용 할 수 있다. 특히 평가를 통하여 프로그램 내용을 설정하기 위한 도구로써 활용된다. 이러한 프로그램 평가 과정을 학습자들을 위하여 설정한 다양한 교육적 경험들이 학습자들에게 가치가 있는 것인지 아닌지에 대한 정보를 수집하여 의사 결정을 하는데 도움을 준다.

포트폴리오를 등급을 매기고 프로그램 결과들을 확인하기 위하여 <그림 2>와 같은 프로그램 성과 평가지를 활용할 수 있다. 이 평가지는 지도교수에 의해 유지되어지고 매년 포트폴리오가 점검되어질 때 수정되어진다. 기록들은 평가하는 동안에 작성되어진다.

인증을 위한 프로그램의 성과들을 평가하기 위해서 포트폴리오는 가장 유용한 도구로 활용되어질 수 있을 것이다. 포트폴리오는 어떻게 그것이 성취되는가를 보여준다. 예를 들어 수학, 과학, 공학의 지식을 적용하는 능력(전공 영역 1) 가 항)과 실험을 설계하고 수행하며 데이터를 해석하는 능력(전공 영역 1) 나, 다 항)은 실습 수업 또는 설계 수업에서 보여지게 될 것이다. 그러나 포트폴리오는 이들 수업의 깊이 있는 논의뿐만 아니라 몇몇 과목의 프로젝트 활동들에서 다른 과목들이 의미 있게 응용될 수 있는지에 대한 정보도 제공할 수 있다.

또한 프로그램에 대한 포트폴리오 평가는 프로그램 내용(content)을 선정하고 조직하기 위한 도구로써 사용되어질 수 있다.

<표 7> 포트폴리오 준비와 검토 및 개선의 시기의 예

과 정	학문을 위한 포트폴리오	전문적 직업인을 위한 포트폴리오
실습 1(1학년)	준비	-
실습 세미나(2학년)	검토 및 개선	준비
실습 2(3학년)	검토 및 개선	검토 및 개선
실습 3(4학년)	검토 및 개선	검토 및 개선

성 명 :

		평 가			
		실험 1/날짜	세미나/날짜	실습 2/날짜	설계 1/날짜
1) 전공 기반 영역	준거 가				
	준거 나				
	준거 다				
	준거 라				
	준거 마				
2) 기본 소양 영역	준거 가				
	준거 나				
	준거 다				
	준거 라				
	준거 바				
3) 공학 실무 영역	준 거				

〈그림 2〉 프로그램 평가용 평가지

5). 공학 기술 교육에서 포트폴리오의 운영과 보관방안(전자 포트폴리오 도입)

포트폴리오는 “학습자들의 노력, 진척 정도, 성취도를 나타내는 학습자들 학습의 의도적 수집”으로 기술된다. 수집은 선택된 내용에 학습자의 참가, 선택을 위한 준거, 가치 판단을 위한 준거, 학습자들의 자기 반성에 대한 증거 등을 포함하여야 한다.

학습자들의 결과를 평가하기 위한 수단으로서 포트폴리오 사용에 있어 앞서 언급한 장점이 있지만, 다음과 같은 몇 가지 단점을 가지고 있다.

- ① 운영과 보관상의 문제
- ② 평가자의 시간과 노력에 대한 많은 비용 소모
- ③ 신뢰롭고 타당한 평가 준거 확립의 어려움
- ④ 학습자들 자신의 작업을 나타내는 예를 제출하거나 다른 측정 준거에 충실한 예를 제출하는 경우에 제기될 지도 모르는 보안 관계

즉, 포트폴리오를 활용한 평가는 학습 수행 과정에 걸친 다양한 예, 학습과 발달에 대한 다양한 평가 가능 등 많은 장점이 있으나, 운영과 보관상

의 문제, 보안 관계 등과 같은 단점이 있다. 미국의 Rose-Hulman Institute of Technology에서는 이러한 재래식 포트폴리오의 단점을 보완하기 위하여 RoseE-Portfolio라고 하는 전자 포트폴리오를 개발하여 운영하고 있다.

RoseE-Portfolio는 학습자들의 최선의 학습에 중점을 두고, 학습 목표를 중심으로 자신의 학습 정도를 설명하는데 있어 반성적 진술을 요구하는 웹 기반 포트폴리오인 것이다.

따라서 재래식 포트폴리오의 단점을 보완하기 위하여는 전자포트폴리오를 개발하여 공학 기술 인력 양성 교육 평가에서 활용하여야 할 것이다. 전자포트폴리오는 최소한 다음과 같은 사항들을 충족시켜야 한다.

- ① 사용의 편리성
- ② 교수와 학습자의 접근 가능성
- ③ 다양한 매체 형태의 자료를 학습자들이 원활하게 사용하기 위한 가능성
- ④ 다양한 조사 준거를 사용한 접근 가능성
- ⑤ 학습자들이 자료를 보강하고 대체할 수 있는 가능성
- ⑥ 온라인으로 언제든지 자신의 Portfolio에 접

근할 수 있는 가능성

- ⑦ 온라인으로 언제든지 학습자들의 포트폴리오를 교수가 평가 할 수 있는 가능성
- ⑧ 온라인으로 평가자의 피드백을 학습자들에게 제공할 수 있는 기능성
- ⑨ 교수의 평가를 자동적으로 기록하고 모을 수 있는 기능성

전자 포트폴리오는 학습자들이 네트워크 상에서 아이디와 패스워드를 이용하여 접근 가능하도록 웹 기반 시스템으로 설계되어야 한다. 또한, 전자 포트폴리오는 학습자들이 자신들의 포트폴리오를 제출하였을 때 자동적으로 문서들을 압축하도록 하는 기능들을 가지고 있어야 한다. 일반적으로 전자 포트폴리오 시스템에서 다루어야 할 내용 요소로는 포트폴리오와 관련된 각종 제출 자료, 포트폴리오 내용의 수정, 교수자에 의한 온라인 평가와 피드백, 학습자의 배경 정보 연결, 질문 제거와 조사 결과 등록 등을 다루어야 한다.

또한, 평가자들을 위하여 평가용 화면과 내용 등이 개발되어야 한다. 예를 들어 평가자들이 학습의 목표와 수행 준거에 의해 검색하는 것처럼 다양한 정보 검색 준거를 사용하여 검색하는 것이 가능하게 되어야 한다. 평가시에는 학습자들의 이름이 밝혀지지 않도록 번호를 매기게 하여 평가의 객관성과 신뢰성을 유지할 수 있도록 해야 한다.

그리고 학습자들이 졸업할 때 각 학습자들에게 그들의 전자 포트폴리오를 CD-ROM으로 제공하여 포트폴리오가 학습자들의 학습 경험의 영구적인 부분이 될 수 있도록 한다.

모든 학습자들을 위한 전자 포트폴리오 시스템을 개발하고 실행하기 전에 다음과 같은 요소들이 고려되어야 한다.

- ① 학습자들과 교수들의 사용에 있어서 편리성
- ② 결과 목표와 수행 준거의 명확성
- ③ 대학 학습 결과 달성에 대한 자신들의 진행 정도를 문서화하는 학습자들의 능력
- ④ 학습자들과 교수들이 시스템을 사용하는 데 있어서 지침서의 명확성
- ⑤ 시스템 사용에 대한 학습자들의 태도
- ⑥ 다양한 매체를 조정하기 위한 전자 하부구조

(electronic infrastructure)의 견고성

- ⑦ 학습자들의 포트폴리오를 총체적으로 채점하는데 있어서 교수의 편이성
- ⑧ 포트폴리오 평가를 위해 개발된 채점 기준표를 적용하기 위한 교수 평가자의 능력
- ⑨ 교육적 프로그램 향상을 위한 정보와 함께 대학이 제공할 전자 포트폴리오 과정의 실행에 대한 교수와 학습자들의 능력

전자 포트폴리오는 언제, 어디서든지 접근가능하기 때문에, 포트폴리오의 평가에 있어서 웹으로 접근 가능한 지구상의 어느 곳에서도 볼 수 있고 평가할 수 있다. 그러나 재래식이든 전자식이든 포트폴리오는 모든 학교와 모든 프로그램의 정답이 될 수는 없다. 따라서 전자 포트폴리오는 다음과 같은 사항들로 인하여 재래식 포트폴리오가 안고 있는 많은 문제점들을 해결할 수 있을 것이다.

첫째, 전자 포트폴리오 시스템을 통하여 자료가 축적된 전자 포트폴리오는 학습자들의 발전 정도를 벤치마크(benchmark)하거나 문서화하는 데에 적용되어 질 수 있다.

둘째, 포트폴리오는 그 자체가 전부가 아니다. 자료를 어떻게 분류하고 의미 있게 평가할 것인가에 대한 계획을 세울 필요가 있다. 특히, 학습자들에게 요구하는 학습 결과와 관련 있는 방법에 초점을 맞추어야 한다. 많은 수의 포트폴리오를 평가하기 위해서는 많은 잠재적 시간들이 필요하기 때문에 포트폴리오의 평가와의 접근 용이성, 그리고 사용되는 채점 기준표의 특성상 명확한 계획이 개발될 필요가 있다. 전자 포트폴리오는 이러한 점들을 보완해 줄 수 있을 것이다.

셋째, 모든 학습자들의 포트폴리오에서 모든 것을 평가할 것인지 부분적으로 할 것인지에 대하여 어떠한 계획을 수립하느냐가 구축된 시스템에 주어지는 피드백 과정의 형태를 결정한다. 프로그램에 적은 수의 학습자들이 참여한다면 모든 포트폴리오를 평가가 용이할 것이다. 그러나 많은 수의 인원이 참가하는 프로그램이라면 모든 포트폴리오를 평가하기란 실질적으로 불가능 할 것이다. 이러한 경우에는, 모든 학습자들의 포트폴리오에서

한 부분을 선택하기 위한 방법을 개발할 필요가 있을 것이다. 이것은 모든 학습자들의 포트폴리오에서 한 부분을 선택하는 표집 기법이 요구될 것이다. 이러한 방법은 모든 학습자들이 자신들의 포트폴리오에서 최소한 한 부분은 교수에 의해 평가된다는 믿음을 갖게 한다. 이것은 전자 설계에서만 구축될 수 있는 특징이다. 이러한 표본에서 전자 포트폴리오의 제1차 목적은 개별학습자를 평가하는 것이 아니라 프로그램을 평가하는 것이다. 그러나 잘 구성된 전자 포트폴리오 과정에 대한 설계는 교수가 개별 학습자의 기능과 지식을 잘 평가하는 것을 가능하게 할 것이다.

넷째, 평가를 완전하게 하기 위해서는 시간, 제작비용, 제작 기술 등을 요구한다. 즉, 교수, 교직원, 학습자들의 많은 시간을 필요로 한다. 전자 포트폴리오는 이러한 점들을 경제적으로 경감시킬 수 있다.

III. 결 론

지식정보화 시대에 있어 포트폴리오는 공학 기술 획득을 준비하고 연구하는 학습자들이 학습, 경험, 그리고 인생에 대한 계획을 수립하고 준비하는데 있어 사용하는 가장 효과적인 도구이며 그리고 학과가 프로그램 결과들을 평가하는데 사용하기 위해서 매우 유용한 평가 방안이 될 것이다. 포트폴리오의 검토는 학문적 진전과 전문성 개발에 대하여 학습자와 교수사이에 상호작용을 할 수 있도록 해 준다. 또한 포트폴리오는 공과 대학 및 학과 인증을 위한 평가 도구로서 활용되어 질 수 있고, 교수진들과 과정 내용에 대한 의견교환의 가능성을 열어준다. 포트폴리오가 주어진 결과들을 평가하는 최상의 도구는 항상 아니지만, 그것은 다른 평가 기법의 적용을 보충해주는 등의 실질적인 정보를 제공한다. 포트폴리오의 사용은 다른 어떠한 방법에 의해서도 유용화 될 수 없는 정보의 깊이와 폭을 넓힐 수 있다. 그리고 많은 예들에서 포트폴리오는 프로그램 성과들을 검토할 수 있는 가능성을 교수진들에게 부여한다.

따라서 공학 기술 인력 양성 교육 현장에서는 공과 대학 및 학과별로 가칭 '평가준비 협의회'를 구성하여 포트폴리오 평가 방법을 체계적이면서도 효과적으로 적용할 수 있는 방안을 모색하여 다각적으로 교과 전 영역에서 연계하여 지도함으로써 정보화와 기술 혁신시대에 필요한 신기술 인력 양성에 더욱 큰 효과를 거둘 수 있도록 해야 한다. 또한 공학 기술 인력 양성 과정에 재학중인 학습자들은 개개인별로 전공과목의 포트폴리오를 작성하게 하여 취업 및 대학원 진학시 그 학습자를 평가할 수 있는 도구로 활용되어야 할 것이다. 일회적인 선발 시험을 통한 방법보다는 대학 4년 동안 공학도로서 갖추어야 할 능력과 기능의 발달단계를 전체적으로 볼 수 있는 기회를 통하여 학습자들을 평가하는 것이 더욱 신뢰롭고 타당하며, 이러한 일련의 평가활동은 급변하는 기술과 지식 정보화 사회에서 공학 기술 교육이 지향하는 바대로 학습자들을 안내하는 역할을 하게 될 것이다. 따라서 공학 기술 교육에서의 수행평가는 '학점 부여를 위한 서열화 중심의 평가'가 아닌 공학 기술 교육의 목적 달성과 공학적 문제해결의 의사결정에 정보를 제공하는 방향으로 평가의 방향이 자리매김 되어야 한다.

이러한 포트폴리오를 통하여 학습자들의 성과를 평가할 때, 다양한 방법이 고려 될 수 있다. 전자 포트폴리오 시스템의 개발은 포트폴리오 사용의 단점을 줄일 수 있고 자료 수집, 평가, 공학 프로그램의 개선의 전반적인 효율성을 증가시킬 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- 김종갑(2000). 2000년도 산업기술정책의 방향. **2000년도 과학기술정책 포럼집I**. 과학기술정책연구소. 199~207.
- 김유신·정광수(1998). 과학학 및 기술학과 공학 교육. **1998년도 공학교육학술대회 논문집**. 한국공학기술학회. 100~106.
- 남명호(1995). 수행 평가의 타당성 연구: 과학

- 실기평가, 실험보고서 평가, 컴퓨터 시뮬레이션 평가의 비교. 고려대학교 대학원 박사학위 논문.
- 노태천(1998). 정약용의「技藝論」과 공학교육의 새로운 방향. *공학교육연구 논문집*, 1(1). 80~85.
- 백순근(1997). 수행 평가의 이론적 기초. *수행평가의 이론과 실제*. 학술세미나 발표논문집. 한국교육 평가연구회.
- 우연재 · 이병욱 · 노태천(1999). 내연 기관 실습을 위한 포트폴리오방식의 수행 평가 도구 개발. 1999년도 공학교육학술대회. 한국공학기술학회. 146~163.
- 이명숙(1997). 새로운 평가 대안으로서의 포트폴리오. 조용기 외 *학습을 위한 수행평가*. 서울: 교육과학사.
- 최호성(1997). 수행 평가: 닫힌 평가에서 열린 평가로의 전환. 조용기 외 *학습을 위한 수행평가*. 서울: 교육과학사.
- 한송엽(2000). 공학교육인증과 대비. 한국공학기술협회. 미발간자료.
- Aggoune, E. M., & Wang, F. C.(1999). Assessment of Engineering Educational Outcomes through Student Portfolios. Presented at the ASSE Annual Meeting. Session 00739.
- Alleman, J., & Brophy, J.(1995). Elementary social studies: Instruments, activities, and standards. In G. D. Phee(Ed.). *Handbook of Classroom Assessment: Learning, Adjustment, and Achievement*. San Diego: Academic Press.
- Arter, J. & Spandel, V(1992). Using portfolios of student work in instruction and assessment. *Educational Measurement: Issue and Practice*, 11(3). 36~44.
- Carolyne, E. G. & Edgar, C. C.(2000). Student Portfolios : Assessing Criteria
2000. Presented at the ASSE Annual Conference & Exposition. Session 00574.
- Christy, A. D., & Lima, M.(1997). The use of student portfolios in Engineering instruction. Presented at the ASSE Annual Conference & Exposition. Session 02385.
- Collins, A.(1992). portfolio in science education: Issue in purpose, structure, and authenticity. *Science Education*, 76(4). 451~463.
- Custer, R. L. (1996). Rubrics: An Authentic Assessment Tool for Technology Education. *The Technology Teacher*, December/January 1996. 27~32.
- Elliott, S. N. (1995). *Creating Meaningful Performance Assessments* (ERIC Document Reproduction Service No ED381985)
- El-Hadi M.A. & Francis C. W.(1999). Assessment of Engineering Educational Outcomes through Student Portfolio. Presented at the ASSE Annual Meeting. Session 00739.
- Fischer, C., & King, R.(1995). *Authentic Assessment: A Guide to Implementation*. Thousand Oaks, CA.
- Jongsma, K. S.(1989). Portfolio assessment. *The Reading Teacher*. 3(73). 264~265.
- Gloria, M. R. & Julia, M. W.(1999). Asynchronous Assessment : Using Electronics Portfolios to Assess Student Outcomes. Presented at the ASSE Annual Meeting. Session 2330.
- Klein, S. P. et al.(1988). Analytic versus holistic scoring of science performance tasks. *Applied Measurement in education*. 11(2). 121~137.

- Mattson, L.(1992). *Portfolios in the major*. Sonoma State University, California.
- Nathan, L. F.(1995). Portfolio assessment and its effects on teacher practice. Paper presented at the AERA Annual Meeting, San Francisco, CA.
- Nitko, A. J.(1996). *Educational Assessment of Student*(2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Merrill, an imprint of Prentice Hall.
- Olds, B. M. & Jankovich, J. L.(1999). Using portfolios to assess a chemical engineering program. Presented at the AIChE Annual Meeting. Session 2A. Assessment basic for chemical engineering department heads. Los Angeles, CA.
- Susan, M. M. & Mark, P. R.(2000). Innovate Outcomes Portfolios for ABET Assessment. Presented at the ASSE Annual Conference & Exposition. Session 2251.
- Scackelfold, R. L.(1996). Student portfolios: a process/product learning and assessment strategy. *The Technology Teacher*. 55(8). 31~36.
- Taylor,P.(1991). *In the process: A visual arts portfolio assessment pilot project*. California Art Education, Carmichael, CA.
- Wolfe, E. W., & Miller, T. R.(1997). Barriers to the implementation of portfolio assessment secondary education. *Applied Measurement in Education*. 10(3). 235~251.