

공학분야의 창의융합 인재양성을 위한 PBL 교수법 연구

A Study on PBL Teaching Method for Nurturing Creative Convergence Talents in the Engineering Field

권지은¹

Jieun Kwon¹

요 약

공학분야의 대학 교육에서 창의융합형의 공학자 양성에 대한 관심이 증가하고 있다. 기술 자체의 성능보다는 기술을 활용하는 다양한 분야에 대한 이해와 서비스 적용을 위한 설계와 기획 등의 요소가 중요 해지고 있기 때문이다. 본 연구는 창의융합형의 공학자 육성을 위한 PBL(Project-based Learning) 교수법을 연구하고 적용 방법을 제안하고자 한다. 첫째, 문헌조사를 통해 PBL 교수법의 개념과 공학 분야에서의 일반적으로 사용하고 있는 프로젝트 프로세스를 조사한다. 둘째, 창의융합 인재 양성을 위한 공학 분야에 적용할 수 있는 PBL 교수법을 1차 설계한다. 셋째, 1차 정립한 교수법을 기반으로 수업에 직접 적용한다. 수업 적용 후 학생들과의 심층 인터뷰를 통해 교수법의 문제점과 특징을 분석한다. 마지막으로 수업 적용 결과 분석을 통해 2차 PBL 교수법을 정립한다. 창의융합 공학자 양성을 위해 적합한 PBL 교수법에 대해 논하여 앞으로 공학분야의 창의융합형 인재 양성에 기여할 수 있기를 기대한다.

핵심어 : 프로젝트 기반 학습, 교수법, 공학, 창의융합

Abstract

There is an increasing interest in nurturing creative convergence engineers in university education in the engineering field. This is because factors such as understanding of various fields that utilize technology and design and planning for service application are becoming more important than the performance of the technology itself. The purpose of this paper is to study the PBL (Project-based Learning) teaching method for nurturing creative convergence type engineers and to propose an application method. First, the concept of PBL pedagogy and the project process commonly used in engineering are investigated through literature review. Second, the primary design of PBL teaching methods that can be applied to the engineering field for nurturing creative convergence talents. Third, it is directly applied to the class based on the first established teaching method. After class application, in-depth interviews with students are conducted to analyze the problems and characteristics of teaching methods. Finally, the secondary PBL teaching method is established through the analysis of class application results. It is expected that this will contribute to fostering creative convergence talents in the engineering field by discussing the appropriate PBL teaching method for nurturing creative convergence engineers.

Keyword : PBL(Project-based Learning), Teaching Method, Engineering, Creative Convergence

¹ Department Human-centered Artificial Intelligence, Sangmyung University, Seoul, Korea [Professor]
e-mail: jjeun@smu.ac.kr

Received(January 15, 2022), Review Result(1st: January 28, 2022), Accepted(February 11, 2022), Published(February 28, 2022)



© 2022 The Authors. Published by NCISS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

1. 서론

최근 인공지능을 비롯한 빅데이터, 블록체인, HCI(Human-Computer Interaction), 실감 콘텐츠 등의 4차 산업혁명의 대표적인 기술을 다루고 있는 현 공학 분야의 대학 교육은 새로운 기술을 다루면서도, 타 분야와 연계한 설계부터 제작, 그리고 적용 단계까지 고려한 인재 양성을 추구하고 있다. 또한, 기술적 측면에서는 인류와 인공지능의 공존을 목표로 한 감성 및 공감 중심의 인간중심 인공지능 기술력이 대두되고 있다. 산업 제공의 가치 형태가 인간(Human) 접점의 제공 가치를 발생시키고, 인간 상태의 중요성이 부각되고 있다. 그러므로, 인간공학적 관점, 인문학적 관점, 심리적 관점 등의 다양한 측면에서 인간을 이해하고 인간을 이롭게 할 수 있는 휴먼 테크놀로지 기술 능력을 배양할 필요가 있다. 기술은 기술로써만 가치가 있는 것이 아니라, 그 기술이 인간 또는 사용자에게 필요한 서비스를 편리하게 제공하는 것에 적용될 때 그 가치가 배가된다. 4차 산업혁명 기술 적용의 특징은 초연결성에 기반한 다양한 분야와의 접목이다. 따라서, 이러한 기술을 다루는 공학자는 창의적이고 융합적 사고와 인간 중심의 관점을 갖출 필요가 있다.

따라서, 교육 현장에서도 이러한 사회적 변화와 새로운 패러다임에서 요구에 대응할 수 있는 인재 양성에 대한 논의가 필요한 시점이다. 많은 공학 분야의 대학 교육에서 창의융합형의 공학자를 양성하기 위한 인재상을 목표로 하고 있다. 본 연구는 이러한 인재상을 갖춘 공학자 양성에 활용할 수 있는 PBL(Project-based Learning) 교수법을 연구하고 제안하고자 한다. 학생들이 직접 프로젝트에 참여하여 문제해결 능력과 기술을 습득하고 창의융합적 소양을 키울 수 있는 PBL 교수법을 설계하고, 수업에 적용한다. 그 결과를 분석하여 효과적인 수업 운영과 결과물의 질적 향상을 추구할 수 있는 PBL 교수법의 프로세스를 정립하는데 목적이 있다. 본 연구에서 정립한 PBL 프로세스는 공학을 기반으로 하고 있는 전공 분야에서 창의융합적 인재를 양성하기 위한 교수법으로 대학에서 효과적으로 활용하는데 기여할 수 있을 것이다.

본 연구를 위해서 첫째, 문헌조사를 통해 PBL 교수법의 개념과 공학 분야에서의 일반적으로 사용하고 있는 프로젝트 프로세스를 조사한다. 둘째, 창의융합 인재 양성을 위한 공학 분야에 적용할 수 있는 PBL 교수법을 1차 설계한다. 셋째, 1차 정립한 교수법을 기반으로 수업에 직접 적용한다. 2021학년도 1학기를 기준으로 4학년 수업에 팀 프로젝트를 운영하는 캡스톤 디자인 수업에 적용한다. 수업 적용 후 학생들과의 심층 인터뷰를 통해 교수법의 문제점과 특징을 분석한다. 마지막으로 수업 적용 결과 분석을 통해 2차 PBL 교수법을 정립하고, 창의융합 공학자 양성을 위해 적합한 PBL 교수법에 대해 논하고자 한다.

2. 융합적 공학 인재 양성을 위한 PBL 교수법 설계

2.1 PBL 교수법 개념 및 프로세스

PBL(Project Based-Learning)은 구성주의 교육 철학 관점에서 학생중심의 자기주도적인 학습을 강조하는 기조를 갖고 있다 [1]. 구성주의 교육은 전형적 수업에서의 전통적인 교수방법과 대조적이다. 전통적으로 학습은 모방적 활동 중에 하나로 학생들에게 어떤 정보를 반복하고 모방하도록 강요한다. 반면에 구성주의 수업은 학생들로 하여금 새로운 정보를 내면화하고 수정하고 재구성하도록 적극적으로 돕는 것이다 [2]. 구성주의의 주요한 학습 원칙은 체험학습 및 협동학습을 기반으로 하여 실제적 성격의 과제를 통해 자아성찰적 학습이 가능한 것으로 문제중심학습(PmBL)이나 프로젝트기반학습(PtBL)이 대표적이다 [3]. 본 연구에서는 공학 전공 분야에서 많이 다루어지고 있는 프로젝트기반 학습에 초점을 맞추어서 다루고자 한다.

PBL은 탐구활동의 대상이 되는 프로젝트가 구체적인 과제로 제시되고, 학습자들은 주어진 프로젝트에 대한 최종 결과물을 얻기 위한 과정을 통해 지식과 기술을 학습하게 된다 [4]. PBL은 실제적인 문제를 기반으로 과제를 해결해나가는 실제성(authenticity), 복잡한 문제를 통해 고차원적인 사고력을 증진 시킬 수 있는 복잡성(complexity), 프로젝트 활동의 중심은 학습자가 되어야 하는 중심성(centrality), 토론을 통해 지식을 구축하고 문제를 해결해나가는 목표지향적인 활동(construction research), 다양한 도구와 기술을 활용한 자료수집 및 과제해결 활동(use of tools), 학습자의 책임성과 자율성을 바탕으로 프로젝트를 수행하는 자주성(autonomy)이라는 특징을 갖고 있다 [5]. 이러한 특징은 학습자에게 심층적인 학습경험을 제공하면서 팀 프로젝트를 통해 협업능력, 의사소통능력, 자기주도적 학습역량을 함양할 수 있다. 또한, 학습자의 유연성, 조직력, 자기조절, 시간관리, 초인지 등 삶에 필요한 기술을 습득도 가능하다 [6].

현대 공학 기술에서는 의사소통 및 팀워크 능력, 사회적 또는 환경적 이슈에 대한 폭넓은 식견, 공학적 지식의 현실적인 활용 능력을 요구한다. 따라서, 공학 분야에서는 다학제 맥락과 학생 중심, 기술 지식의 복잡성과 다양성에 대한 이해에 기반한 교육 패러다임으로 전환되고 있다. 구성주의 교육 환경과 공학분야에서의 PBL 수업의 관련성은 [표 1]과 같이 정리할 수 있다. 구성주의 환경의 특징에 따른 공학 분야 PBL 수업의 환경을 논하고, 이를 통해 융합 공학자 인재 양성을 위한 PBL 요소를 도출하였다.

[표 1] 구성주의 교육 환경과 PBL 수업 요소

[Table 1] Constructivist Educational Environment and PBL Lesson Elements

구성주의 교육 환경	공학 분야 PBL 수업 환경	융합 공학자 인재 양성을 위한 PBL 요소
실제적 성격의 과제 학습	실제 개인적 문제 또는 사회적 이슈나 문제 발견에서부터 공학 기술 개발 프로젝트 활동 시작	현실적인 개인적 문제 또는 사회적 문제를 해결하기 위해 필요한 공학 기술 개발과 적용을 위한 개념으로 접근.
학습의 주인의식	학생이 프로젝트를 주도하는 중심으로 스스로 문제를 해결하고 기술을 개발하는 활동	팀 프로젝트로 각 팀원인 학생이 주요 역할을 분담하고 스스로 프로젝트를 협의하고 진행함.
조력자, 동료학습자로서의 교수자	프로젝트 진행 과정을 관리하고 가이드하는 역할 및 효과적으로 문제를 해결하고 질적 관리를 위한 조력자로서의 교수자	각 단계를 일정 내에 마무리할 수 있도록 컨펌하고, 효과적으로 완성도를 높일 수 있는 노하우를 지도함. 학생들이 자기주도 학습을 할 수 있도록 도와주고, 폭넓은 사고를 할 수 있도록 같이 의논하고 평가함.
협동 학습 환경	설계, 개발, 프로토타이핑의 전 과정을 팀 프로젝트로 진행하고 결과물을 시연하여 팀이 평가를 받으면서 자신의 역할과 결과에 대한 책임감을 느끼는 경험을 함.	팀원에 공학 이외의 전공자가 참여하여 다양한 관점에서 토론하고 사고의 폭을 넓힐 수 있음. 또한, 각자의 역할에 충실하였을 때 프로젝트 결과물의 완성도를 높일 수 있다는 것을 경험함.
개별적 학습활동과 사회적 학습활동을 통한 지식구성, 재구성의 지속적 활동	설계, 개발, 평가의 단계와 피드백을 통한 수정과 보완의 과정을 통한 연속적이고 지속적인 학습	각 단계가 모두 연결이 되어 있기 때문에 결과물에 대한 예측과 창의적 상상력을 배양함. 프로토타이핑의 평가, 피드백, 수정 보완의 순환 구조 학습을 통해 실질적인 지식을 습득.
자유롭게 자신의 의견과 생각을 표현할 수 있는 비억압적이며 자유롭고 편안한 학습 환경	기술이 구현되는 전체 과정을 경험하고, 팀원들과의 지속적인 협의와 토의를 통한 프로젝트 수행 환경	학생들이 스스로 생각하고 자신의 의견과 창의력을 표현할 수 있도록 유도함. 교수자의 의견보다는 학생들의 의견을 존중하고 스스로 실천할 수 있도록 하는 환경을 조성. 비판적 사고와 다양한 관점의 사고력 증진.

2.2 공학 프로젝트 프로세스

공학에서 활용하고 있는 프로젝트 프로세스에는 폭포수 모델, 나선형 모델, 애자일 모델, 디자인 씽킹 등이 있다.

폭포수 프로세스 모델은 1970년대 윈스턴 로이스(Winston W. Royce)에 의해 7단계로 발전되어 정립되었다. 로이스가 제시한 7단계는 시스템 요구사항(System Requirements), 소프트웨어 요구사항(Software Requirements), 분석(Analysis), 프로그램 디자인(Program Design), 코딩(Coding), 테스트(Testing), 운영(Operations)을 말한다. 이러한 폭포수 모델은 한 단계가 완전히 끝나고서야 그 다음

단계로 넘어간다. 한 단계씩 완전히 문서화 되고 정확하게 확인이 되었을 때 그 다음 단계 실행이 가능하고 순차적으로 일이 진행된다. 이러한 단순화되고 구조화된 접근 방법은 프로세스상의 마일스톤을 정립하는 것이 쉽고 관리가 용이하다. 따라서 지금까지 많은 UX 관련 서비스가 이러한 과정을 거쳐서 만들어진 사례가 풍부하고 조직적으로 구성이 되어 있는 일반 개발 회사에서 많이 적용하고 있다. 그러나 폭포수 모델은 일차적인 프로세스 구조를 갖고 있기 때문에 유연성이 떨어지고 피드백에 대한 반영이나 수정에 있어서는 어려움을 가지고 있다.

나선형 모델은 폭포수 모델의 장점인 체계적인 측면을 기반으로 프로토타입 모델의 반복적 특성이 결합된 방법으로 점진적으로 시스템을 완성해가는 프로세스이다 [7]. 나선형 모델은 기본적으로 4가지 단계를 반복적으로 수행하면서 점차 시스템을 완성해간다. 목표설정(Determine Objective), 위험분석(Risk Analysis), 구현과 검증(Development and Test), 고객평가와 다음 단계 계획(Customer Evaluation and Plan the next iteration)의 4가지 단계를 주기적으로 반복 수행하면서 프로젝트가 끝날 때까지 계속 진행된다. 이러한 나선형 모델의 절차를 따르면 계속해서 위험 요소를 발견하고 제거하는 과정을 거치고, 실제 사용자의 피드백을 적용하면서 완성도의 퀄리티를 높일 수 있다. 폭포수 모델에 비해 향상된 소프트웨어 관리 모델로 작은 사업보다는 규모가 큰 대형 프로젝트에 적절하다. 모델이 반복적이고, 일정 시간과 비용이 소비되기 때문에 타 모델에 비해 복잡하고 장기화가 될 가능성이 있다. 따라서 프로세스와 산출물에 대한 체계적인 관리 방안이 필요하고 주기 반복마다 성과를 평가하여 적정 수준의 시간과 투자를 결정하는 것이 좋다.

‘Agile’이 ‘날렵한’, ‘민첩한’이라는 의미를 갖고 있는 것처럼 애자일 프로세스는 프로그래밍에 집중하여 짧은 주기로 변화에 유연하게 대응하는 방법론을 말한다. 기존에 장기간에 걸쳐 많은 인력과 비용으로 진행되던 방식과는 달리 스타트업 기업이나 빠른 결과물을 기대하는 대상에 효과적이다 [7]. 애자일 방법은 기본적으로 발견(Discover), 디자인(Design), 구현(Develop), 테스트(Test)라는 4단계를 반복한다. 즉, 폭포수 모델링과 비교하여 규모가 작고 관리가 가능한 단위로 업무를 나누어 반복적으로 수행한다. 애자일 프로세스 방법은 주로 시장의 변화가 빠르고 소규모 프로젝트에 효과적이라 할 수 있다. 최근 증가하고 있는 고객 가치 중심의 서비스 개발이나 애플리케이션 개발과 같은 스타트업의 프로젝트에 바람직하다. 애자일 프로세스는 폭포수 모델과 비교하여 특유의 유연성과 즉각적인 피드백 수용이라는 장점을 갖고 있지만 지나친 분화와 반복은 오히려 비용과 인력이 많이 소비될 수 있다.

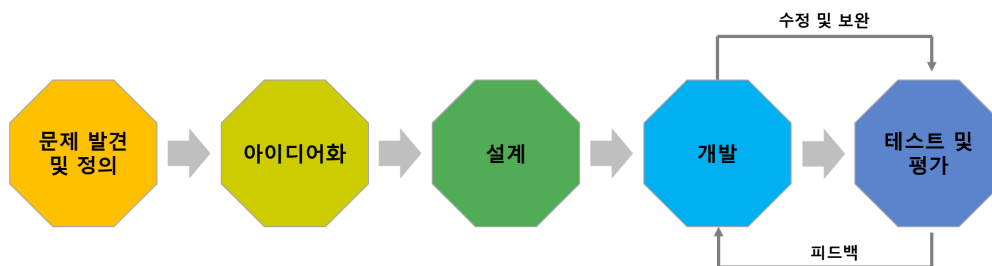
디자인 씽킹(Design thinking)은 1990년대 초 세계적으로 유명한 디자인 컨설팅 기업인 IDEO의 공동 창립자인 데이비드 켈리(David Kelly)가 비즈니스에 접목하면서 알려지기 시작했다 [7]. 이 방법은 스탠퍼드에 있는 융합 중심의 디자인 교육 프로그램인 ‘디스쿨(d-school)’에서 가르치면서 알려졌고, 현재 UX 디자인 프로세스에서 많이 사용되고 있다. 앞서 설명한 폭포수 모델, 나선형 모델, 애자일 프로세스는 주로 소프트웨어 개발에 기반을 두고 있다면, 디자인 씽킹은 좀 더 디자인

적 관점에서 문제 해결 중심의 창의적이고 혁신적인 개발에 초점을 두고 있다. IDEO의 CEO 팀 브라운(Tim Brown)은 “디자인적 사고란 소비자들이 가치 있게 평가하고 시장의 기회를 이용할 수 있으며 기술적으로 가능한 비즈니스 전략에 대한 요구를 충족시키기 위하여 디자이너의 감수성과 작업방식을 이용하는 사고방식이다”라고 설명한다 [7]. 디자인 씽킹 프로세스는 공감(Empathize), 정의(Define), 아이디어 도출(Ideate), 프로토타입(Prototype), 테스트(Test)의 5단계로 구성되어 있다.

2.3 융합적 공학 인재 양성을 위한 PBL 교수법 설계

본 연구에서 조사한 PBL 수업 방법과 공학에서 실제로 현장에서 사용하고 있는 프로젝트 프로세스를 기반으로 창의적 융합 공학자 양성을 위한 PBL 교수법을 재구성하였다. 본 PBL 수업 과정은 기본적으로 계획, 실행, 평가의 단계로 구성이 되어 있다. 공학 프로젝트를 고려하였을 때, 계획을 ‘설계’로 구체화하고 실행 단계는 ‘개발’로 명명한다. 평가는 프로토타입을 만들고 피드백을 수렴하여 지속적인 수정 보완 단계를 거쳐서 완성도를 높여 나가는 나선형 프로세스와 애자일 프로세스를 적용하였다. 또한, 융합적 마인드를 배양하고 폭넓은 사고력과 다학제적 관점을 배우기 위해 디자인 씽킹 프로세스를 적용하여 계획 단계를 ‘문제 발견 및 정의’로 추가하였다. 공학 분야는 추상적인 개념보다는 구체적이고 논리적 프로세스가 더 효과적이므로, 문제 발견 및 정의를 통해 얻은 아이디어를 시각화하는 ‘아이디어화’ 단계를 삽입하여 설계를 위한 전 단계로 계획 단계를 강화하였다. 주로 개발에 집중되어 있는 공학 분야의 PBL 과정에 계획 단계를 발전시키고, 개발과 테스트 및 평가 단계를 선순환 구조로 재구성함으로써, 학생들의 자기주도학습을 강화하고 프로젝트 결과물의 완성도를 높일 수 있을 것이다.

최종 1차 융합적 공학 인재 양성을 위한 PBL 교수법 프로세스는 [그림 1]과 같이 정의하였다. 문제 발견 및 정의, 아이디어화, 설계, 개발, 테스트 및 평가의 5단계로 구성하되, 개발과 테스트 및 평가 단계는 피드백과 수정 및 보완의 단계가 완성될 때까지 순환되는 구조이다.



[그림 1] 융합적 공학 인재 양성을 위한 PBL 프로세스

[Fig. 1] PBL Process for Nurturing Convergence Engineering Talent

각 단계에 대한 정의는 [표 2]와 같다.

[표 2] 융합적 공학 인재 양성을 위한 PBL 단계별 정의

[Table 2] PBL Stage Definition for Nurturing Convergence Engineering Talent

단계		정의
1	문제 발견 및 정의	<ul style="list-style-type: none"> - 생활 속 또는 사회 문제를 발견하고 문제 의식을 높여서 공감할 수 있는 프로젝트의 목표를 설정 - 해당 사용자를 분석하여 문제를 정의함으로써, 프로젝트 목표를 구체화함.
2	아이디어화	<ul style="list-style-type: none"> - 정의된 문제를 해결하기 위한 아이디어를 도출 - 도출된 아이디어를 가시화하여 수정 보완함.
3	설계	<ul style="list-style-type: none"> - 아이디어를 구현할 수 있도록 설계 구조화 - 구현할 수 있는 기술을 발견하고, Feasibility 체크
4	개발	<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 프로토타입 제작 방법에 대한 것을 이해하고, 개발을 위한 적합한 방법을 발견 - 계획된대로 프로토타입을 구현
5	테스트 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 구현한 프로토타입에 대한 테스트 및 평가 - 피드백을 수렴하고 수정 및 보완하여 개발 안을 완성

3. PBL 교수법 적용 및 분석

3.1 PBL 교수법 적용 범위 및 방법

2021년 1학기의 팀프로젝트로 수업을 진행하는 4학년 공학전공 캡스톤 디자인 교과목에 본 PBL 교수법을 적용하였다. 본 수업에서는 한 팀에 5명의 학생으로 구성된 2팀을 대상으로 PBL 프로세스를 적용하였으며, 본 연구에 참여한 3명의 교수 중에서 2명의 교수가 수업에 팀티칭으로 참여하고, 1명의 교수는 객관적인 시점에서 수업을 평가하였다. 수업에 팀티칭으로 참여한 1명의 교수는 공학 전공자이고, 다른 1명은 디자인학 전공자로 융합적 관점에서 PBL 수업을 운영할 수 있도록 하였고, 그 효과도 같이 분석하였다.

적용 대상인 A팀은 ‘신생아 수면 모니터링 시스템’ 프로젝트로 신생아의 호흡수와 심박동수를 지속적으로 모니터링하여 부모가 신생아의 위험을 감지하고 빠르게 조치하여 신생아의 돌연사를 방지하는 시스템을 만드는 것이 목적이다. B팀은 ‘감성 인식 기술을 활용한 음악 추천 시스템’ 프로젝트로 카메라를 활용한 얼굴 감성을 인식하여 사용자의 감성에 따른 음악을 추천하고 플레이해주는 시스템을 제작하는 것이 목적이다.

프로젝트를 진행하는 수업에 1차적으로 정립한 PBL 프로세스를 1학기 15주차 수업 시간에는 적용하되, 사전 수업 소개 및 팀 구성, 사후 시연 및 전시 등의 단계를 같이 포함하였다. 수업은 프로세스 단계대로 교수가 먼저 가이드를 해주고, 학생들이 스스로 단계별 내용대로 진행할 수 있도록

록 하였다. 학생들이 자기주도학습을 토대로 진행한 결과를 교수 및 다른 팀 학생들과 같이 공유할 수 있도록 발표하여 진행 사항을 체크하였다. 프로젝트 진행 상에서의 문제점과 어려운 사항, 질문 사항들을 서로 논의하고 다음 단계로 넘어갈 수 있도록 지도하였다.

앞서 재구성한 융합인재 양성을 위한 PBL 교수법 5단계 프로세스를 15주차 계획에 적용하고 각 단계별 학습 내용을 다음 [표 3] 같이 기획하였다.

[표 3] PBL 교수법을 적용한 수업 계획

[Table 3] Lesson Plan with PBL Teaching Method Applied

주차	PBL 프로세스		학습 내용	비고
1주차	사전	프로세스 소개 및 팀 구성	- 교과목 목표 - PBL 프로세스 과정 소개 - 팀 구성	- 강의
2주차	본 프로세스	문제 발견 및 정의	- 사회적 이슈 살펴보기 - 문제 발견하기 - 프로젝트 목표 설정 - 사용자 조사 및 분석	- 조사 - 토론
3주차				
4주차				
5주차		아이디어화	- 문제 해결을 위한 아이디어 발상 - 아이디어 도출 - 사용자 시나리오 구성	- 발표 및 토론
6주차		설계	- 아이디어 설계 및 구체화 - 스케치 및 프로토타이핑 툴을 활용한 가상 구현	- 오픈 툴 활용 - 토론
7주차				
8주차				
9주차		개발	- 하드웨어 구현 및 테스트 - 프로그래밍 - 하드웨어와 소프트웨어 연결 - UI 디자인	- 구현 - 토론
10주차				
11주차				
12주차		테스트 및 평가	- 테스트 계획 - 구현 테스트 - 피드백 수렴 및 수정 보완	- 데모 시연 - 토론
13주차				
14주차	사후	완성	- 시연 및 전시 준비	- 토론
15주차		전시	- 전시 및 평가	- 전시

15주의 한 학기 과정이 끝난 후에 연구에 참여한 교수 3명이 토의를 하고, 팀 프로젝트에 참여한 학생들은 심층 인터뷰를 통해 1차로 정립한 PBL 수업에 대해 장단점과 효과, 문제점, 요구사항 등의 의견을 수렴하였다.

3.2 PBL 교수법 적용 결과 분석

3.2.1 PBL 수업 적용 내용

각 팀의 프로젝트에 따라 계획한 PBL 프로세스에 따른 구체적인 교수법과 수업 운영 및 지도는

다음과 같다.

A팀은 ‘신생아 수면 모니터링 시스템’ 프로젝트를 다음과 같이 진행하고 각 단계별로 팀의 특징에 맞추어 지도하였다. B팀은 ‘감성 인식 기술을 활용한 음악 추천 시스템’ 프로젝트를 [표 4]와 같이 진행하고 각 단계별로 팀의 특징에 맞추어 지도하고 가이드 하였다.

[표 4] A팀과 B팀에 대한 교수법

[Table 4] Teaching Methods for Teams A and B

주차	PBL 프로세스	A팀에 대한 교수법	B팀에 대한 교수법
1	사전 프로세스 소개 및 팀 구성	<ul style="list-style-type: none"> - 수업 소개 - PBL 첫 번째 단계를 위한 사전 조사 - 문제 발견을 위한 생활 주변 및 사회적 이슈 살펴보기 과제를 제시 	<ul style="list-style-type: none"> - 수업 소개 - PBL 첫 번째 단계를 위한 사전 조사 - 문제 발견을 위한 생활 주변 및 사회적 이슈 살펴보기 과제를 제시
2/3	문제 발견 및 정의	<ul style="list-style-type: none"> - 문제 발견: 수면과 관련된 다양한 문제점 발견 - 문제 정의: 그 중에 한 가지에 초점을 맞추어서 문제를 구체적으로 정의하도록 토론에서 유도함. - 목표 설정: 이미 나와 있는 해결법을 조사하고 팀 내에서 구현 가능한 최종 앱 구현을 목표로 설정하도록 함. - 앱을 사용하는 부모 사용자와 생체신호를 측정하는 신생아 사용자로 구분하여 조사 	<ul style="list-style-type: none"> - 문제 발견: 감성 인식 기술은 있지만, 이것을 활용한 서비스에 대한 고민이 필요 - 문제 정의: 감성 측정과 추천해주기 위한 목표 감성에 대한 구분을 할 수 있도록 이론적 배경을 설명 - 목표 설정: 처음에는 영화 콘텐츠 추천과 음악 콘텐츠 추천을 고려하였음. 이 중에서 어떤 것이 사용자에게 필요하고, 많이 활용될 수 있는 서비스인지를 찾을 수 있도록 조사하고 토론하도록 유도함. - 목표 설정 시 팀 내에서 일정 안에 구현할 수 있는 범위를 설정하도록 지도함.
4/5	본 프로세스 아이디어화	<ul style="list-style-type: none"> - 아이디어: 1차적으로 교수자 2명이 함께 참여하여 브레인스토밍 진행함. 2차로 도출된 아이디어와 유사한 사례를 조사하여 간접적으로 실현 가능성을 체크함. 마지막으로 신생아와 부모의 관점을 퍼소나와 여정맵을 통해 아이디어를 구체화 - 사용자 시나리오: 여정맵을 통해 문제점을 발견하고, 실제 구현했을 때의 효과적인 방법으로 아이디어를 발전시킴. 	<ul style="list-style-type: none"> - 아이디어: 이미 나와 있는 표정 인식 기술을 본 프로젝트에 효율적으로 적용할 수 있는 방법을 제시함. 타겟 감성을 해결하기 위해 사용자가 앱을 미리 설정하여 개인화 서비스가 가능하도록 지도함. - 사용자 시나리오: 사용자의 기본 정보, 선호하는 음악 장르, 감성에 따른 타겟 감성 등을 미리 설정하여 후에 자동화 처리하는 시나리오로 구성하도록 함.
6/7	설계	<ul style="list-style-type: none"> - 기존에 나와 있는 센서 중에 효과적으로 활용하 수 있는 적합한 하드웨어를 추천해주고 적용할 수 있는 하드웨어를 먼저 구입하여 착용 및 데이터 분석이 가능한지 테스트를 하고 설계함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 기술 설계: 기존에 나와 있는 표정 인식 기술 중에 어떤 기술이 적합한지를 선정할 수 있도록 함. 인식 확률을 높일 수 있는 방향으로 설정하여 표정 인식의 감성 개수를 줄여서 카테고리를 구성하도록 함.

			<ul style="list-style-type: none"> - IA 구성 예시를 소개하고 자신의 프로젝트에 적용하여 설계 - 프로토타이핑 툴을 추천하고 직접 사용해서 스스로 구현해 볼 수 있도록 함. 	<ul style="list-style-type: none"> - IA 구성 예시를 소개하고 자신의 프로젝트에 적용하여 설계 - 프로토타이핑 툴을 추천하고 직접 사용해서 스스로 구현해 볼 수 있도록 함.
8/9/10/11		개발	<ul style="list-style-type: none"> - 구현: 하드웨어에서 데이터 측정, 분석, 프로그래밍 과정에서 어려움이나 문제가 발생했을 시, 해결할 수 있는 다양한 방법을 제시해 줌. 특히, 기술적인 부분은 공학 전공 교수자가, 디자인적인 부분은 디자인 전공 교수자가 초점을 맞추어 집중적으로 지도함. 단, 지도 시 팀원 및 교수자가 모두 같이 대면 또는 비대면으로 참석하여 토로하는 과정을 추진함. - UI 디자인: 디자인 구현이 약한 공학 전공 학생들에게 효율적으로 디자인할 수 있는 방법과 노하우를 전달하고 스스로 디자인할 수 있도록 함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 구현: 표정 인식 과정에서 어려움이나 문제가 발생했을 시, 해결할 수 있는 다양한 방법을 제시해 줌. 특히, 기술적인 부분은 공학 전공 교수자가, 카테고리별 설계를 하고, 개인화 설정하는 UX 디자인 부분은 디자인 전공 교수자가 초점을 맞추어 집중적으로 지도함. 단, 지도 시 팀원 및 교수자가 모두 같이 대면 또는 비대면으로 참석하여 토로하는 과정을 추진함. - UI 디자인: 디자인 구현이 약한 공학 전공 학생들에게 효율적으로 디자인할 수 있는 방법과 노하우를 전달하고 스스로 디자인할 수 있도록 함.
12/13		테스트 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 실제로 구현되는 과정에서의 오류를 해결하고 현실적인 대안을 제시함. - 실시간 데이터의 입력과 출력 시간이 딜레이 되는 문제점을 발견하고 기술적 해결안을 제시하여 학생들이 수정 보완할 수 있도록 함. - UI 화면에서의 디자인 퀄리티를 높일 수 있는 방법을 제시하여 적용할 수 있도록 함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 실제로 구현되는 과정에서의 오류를 해결하고 현실적인 대안을 제시함. - 과장되게 표현하거나 다른 감성과 확연히 차이가 나는 표정이 인식이 잘 되기 때문에 이 문제를 해결하기 위한 감성 종류와 개수를 조정하도록 함. - UI 화면에서의 디자인 퀄리티를 높일 수 있는 방법을 제시하여 적용할 수 있도록 함.
14	사후	완성	<ul style="list-style-type: none"> - 캡스톤 디자인 경진대회를 준비할 수 있도록 함. - 개발한 결과물뿐만이 아니라, 프로젝트 목표를 설정한 이유, 사용자에게 대한 이해, 설계 등의 전 과정을 포함하여 내용을 작성하고 시연 동영상을 제작하도록 함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 표정 인식 기술과 애플리케이션 연결이 부족하여 보완할 수 있도록 함. - 개발한 결과물뿐만이 아니라, 프로젝트 목표를 설정한 이유, 사용자에게 대한 이해, 설계 등의 전 과정을 포함하여 내용을 작성하고 시연 동영상을 제작하도록 함.
15		전시	- 전시	- 전시

3.2.2 PBL 수업 학생 및 교수 대상 심층 인터뷰

학생의 관점에서 본 수업에 적용한 PBL 교수법은 전공 수업에서 배운 능력과 기술이 실질적으로 어떻게 활용되는지를 전체를 경험할 수 있는 방법이다. 첫째, 창의적 융합인재를 요구하는 사회에서 학생들이 통찰력을 갖고 사회적 또는 사용자의 문제를 발견하고 충분한 공감을 갖고 설명할 수 있는 능력을 배양할 수 있다. 둘째, 인문사회학적 관점을 갖고 기술을 개발할 수 있는 다학제적 사고력을 키울 수 있다. 사용자를 분석하고 문제를 정의함으로써, 프로젝트 목표를 설정하기 때문

에 이 과정을 통해 왜 기술을 개발해야 하고, 기술이 어떻게 사회에 기여하고 사람들에게 좋은 서비스로 제공할 수 있는지를 깨닫게 된다. 셋째, 아이디어화 단계에서는 공학 전공 학생들에게 창의적 발상을 도와주고 자신의 의견을 표현할 수 있는 기회를 제공한다. 공학 전공 학생들이 가장 어려워하는 부분인 융합적 인재 양성을 위해 반드시 필요한 부분이라 할 수 있다. 넷째, 수업 시간에 배운 다양한 프로그래밍 기술을 직접 문제 해결을 위해 적용하면서, 한 가지 문제에 초점을 맞추어 깊이 있는 자기주도학습을 경험하게 된다. 간단한 실습 예시를 넘어서, 실질적인 구현을 위해 실패와 수정 보완의 과정을 체득함으로써, 구성주의 교육 철학의 의미를 실현하게 된다. 다섯째, 전체 프로젝트를 경험함으로써, 팀워크와 팀 내 자신의 역할에 대한 책임감을 배우게 된다. 멤버들이 각자의 역할을 충실히 하면서 서로 격려하고 배우려고 노력하여 시너지 효과가 나타난다는 것을 깨달을 수 있다.

이러한 학생의 관점에서 PBL 교수법의 효과를 증진시키기 위해서는 교수자의 관점에서는 다음과 같은 노력이 필요하다. 첫째, 공학 분야에 맞고, 융합적 인재 양성을 위한 PBL 수업에 참여하는 교수자는 스스로 융합적 마인드와 다학제적 지식을 갖고 있어야 한다. PBL 과정에는 공학적 기술 이외에 인문사회학적 지식과 디자인 영역의 적용이 필요하다. 이에 따라 프로젝트의 완성도가 달라질 수 있다. 따라서, 본 수업에서 공학 전공 교수자와 디자인 전공 교수자가 팀티칭으로 가르치거나 융합적 지식을 갖고 있는 한 교수자가 PBL 교수법을 운영하는 것이 이상적이다. 둘째, 융합적 공학 인재 양성을 위한 PBL 교수법은 전체적으로 스토리텔링의 흐름을 갖는다. 사용자에게 대해 표현하는 프로토타입, 사용자에게 대한 공감을 흥미로운 스토리로 이야기하고, 기술적 구현에 대한 설명과 시연, 그리고 타인을 설득할 수 있는 능력을 가르쳐야 하기 때문에 이에 대한 충분한 지식과 감각을 갖고 가르칠 수 있도록 해야 한다. 셋째, 프로젝트를 단계별로 진행 시, 체계적으로 구성된 가이드를 적용하고, 워크시트 등을 활용하여 수업 시간에 나온 아이디어와 토론의 결과 등을 정의하고, 가시화할 수 있도록 도와주어야 한다. 특히, 공학 전공 분야 학생들은 추상적인 개념보다는 논리적이고 구체적인 지도와 가이드를 어느 정도 제시하고 창의력과 상상력을 발휘하도록 하는 것이 효과적이다. 따라서, 최소한의 가이드와 프레임을 워크시트로 제공하고 그 안에서 자신의 의견과 아이디어를 펼칠 수 있도록 하는 것이 효과적이다. 예를 들어, 다음 그림과 같이 사용자를 정의하고 분석하는데 이해관계자 지도를 만들 수 있는 프레임, 프로토타이핑 계획서, 피드백 수렴을 위한 워크시트 등을 제공할 수 있다. 넷째, 한 학기 일정을 잘 조정하여 반드시 프로젝트를 끝까지 완수하도록 하여야 한다. 앞서 재구성한 5가지 PBL 프로세스를 처음부터 끝까지 모든 과정을 경험하는 것이 중요하다. 한 학기 일정에 쫓겨 마무리를 제대로 못하고 끝내면 학생들의 성취감이 떨어지고, 오히려 프로젝트에 대해 어려움만 남게 된다. 충분히 완성도를 높이지 못하더라도, 테스트 및 평가 단계까지 마무리를 하고, 다시 피드백 수렴과 수정 보완을 보충할 수 있도록 한다. 다섯째, PBL 과정을 항상 기록하고 중간 결과물을 저장하고 업데이트하는 모든 사항을 사진, 동영상,

텍스트 등으로 기록하도록 한다. 이러한 과정 속에서 자신의 프로젝트 경험을 체계화하고, 결과물 이상의 의미를 갖게 한다. 또한, 프로젝트 결과물을 시연하거나 전시 등의 방법으로 공유하는 것이 학생들에게 성취감뿐만이 아니라, 자신감과 수업 이상의 가치를 수용할 수 있는 기회를 갖게 된다.

4. 결론

본 연구는 공학 전공에 있어서 융합적 공학 인재를 양성하기 위한 PBL 교수법을 제안하였다. 4차 산업혁명과 휴먼 테크놀로지와 인간중심 인공지능 등의 발달로 인해 사회에서 요구하는 인재를 배양하기 위해서는 전통적인 교육 방법에는 한계가 있다. 따라서, 본 교수자가 소속된 전공에서 추구하는 이러한 융합적 인재상에 부합하는 공학자를 양성하기 위한 효과적인 PBL 교수법을 재구성하고, 직접 수업에 적용해봄으로써, 그 가능성을 타진해보고자 하였다.

본래 PBL 교수법의 일반적인 모형을 조사하고, 필드에서 실제로 사용하고 있는 공학 프로젝트 프로세스를 살펴보았다. 이를 통해 1차적인 융합적 공학 인재 양성을 위한 PBL 교수법 프로세스를 5단계 - 문제 발견 및 정의, 아이디어화, 설계, 개발, 테스트 및 평가 - 로 구성하였다. 단, 테스트 및 평가는 피드백 수렴과 수정 보완의 순환 구조를 갖고 최종 완성을 하게 된다. 본 프로세스를 캡스톤 디자인 수업에 적용하여 학생과 교수자의 심층 인터뷰, 관찰과 논의를 거쳐 최종 다음과 같은 PBL 프로세스 및 그 효과를 검증할 수 있었다. 1차 재구성한 5단계를 수업 적용 후 결과 분석 내용을 적용하여 최종 [표 5]와 같이 PBL 교수법을 정립하였다.

[표 5] 정립한 PBL 교수법의 적용 효과

[Table 5] Effect of Application of Established PBL Teaching Method

단계	정의	학습 효과
1	문제 발견 및 정의 <ul style="list-style-type: none"> - 생활 속 또는 사회 문제를 발견하고 문제의식을 높여서 공감할 수 있는 프로젝트의 목표를 설정 - 프로젝트 목적에 따른 사용자에게 대한 이해와 요구사항을 분석 - 체계화된 문제정의를 기반으로 프로젝트 목표 점검 	<ul style="list-style-type: none"> - 공학적인 관점에서 해결할 필요가 있는 문제를 새롭게 발견함. - 사용자에게 대한 객관적인 조사를 실행하고 결과를 통해 공감을 통찰력 있게 이해하고 설명함. - 사용자에게 대한 체계적 분석을 통해 공학적인 관점에서 문제를 정의하고, 다학제적 관점에서 문제 해결 방법을 탐구함.
2	아이디어화 <ul style="list-style-type: none"> - 정의된 문제를 해결하기 위한 아이디어를 도출 - 다양한 아이디어 발상 방법 시도 - 도출된 아이디어를 가시화 	<ul style="list-style-type: none"> - 매우 실용적인 것에서부터 불가능하지 않더라도 매우 어려운 것에 이르는 폭 넓은 스펙트럼으로 많은 양의 아이디어를 제안해볼 수 있는 훈련을 하게 됨. - 다양한 관점을 배우고, 자신의 의견을 표현할 수 있는 능력을 배양함.

3	설계	<ul style="list-style-type: none"> - 아이디어를 구현할 수 있도록 설계 구조화 - 구현할 수 있는 기술을 발견하고, Feasibility 체크 - 프로토타입 구현 가능성(방법, 기간, 예산 등) 확인 	<ul style="list-style-type: none"> - 아이디어를 구현할 수 있는 적절한 기술을 발견하고 실현 가능성을 체계화하는 방법을 체득함. - 개발 전 설계의 중요성을 인식 - 다양한 기술의 가능성을 가늠하고 고려해야 할 다양한 항목에 대한 사고력을 갖추게 됨.
4	개발	<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 프로토타입 제작 방법에 대한 것을 이해하고, 적합한 방법을 선정 - 하드웨어와 소프트웨어를 전문적으로 다루고 결합하는 과정을 경험함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 자기주도학습으로 목표한 바를 구현하는 능력을 발휘하고 성취감을 갖게 됨. - 팀워크의 중요성을 깨닫고, 맡은 역할에 대한 책임감과 시너지 효과를 경험함.
5	테스트 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 구현한 프로토타입에 대한 테스트 및 평가 - 피드백을 수렴하고 수정 및 보완하여 개발안을 완성 - 기록한 과정을 정리하고, 결과물을 공유 	<ul style="list-style-type: none"> - 처음 제시한 문제정의를 되돌아 보고 프로젝트 목표를 이루었는지에 대한 과정과 결과를 진단함. - 전 과정에 대한 경험을 통해 기술 구현에 대한 전문 공학자로서의 자부심과 다학제적인 관점에서의 자신의 성장을 느낄 수 있음.

본 연구에서는 기존의 PBL 교수법에 공학 분야의 특징을 고려하고, 창의융합에 필요한 요소를 학생들이 체득할 수 있는 방법을 적용하여 융합적 공학 인재 양성을 위한 PBL 교수법을 구체적으로 체계화하였다. 캡스톤 디자인 수업뿐만 아니라, 공학을 기반으로 하고 있는 대학 수업에 전체 프로세스를 적용할 수도 있고, 부분적으로 각 전공에 필요한 단계를 응용할 수도 있을 것이다. PBL 교수법의 효과를 극대화하고 공학 분야에서 필요로 하는 인재 양성을 위해 본 연구에서 제시한 프로세스가 적극 활용될 수 있기를 기대한다.

References

- [1] K. Y. Lee, "The Effect of the Social Constructivist Approach in a Social Studies Class using Digital Textbooks", Theory and Research in Citizenship Education, vol. 47, no. 4, pp. 171-216, August 2015, doi: 10.35557/trce.47.4.201512.006.
- [2] M. S. Kim, "A Comparative Review on Problem-& Project-based Learning and Applied Method for Engineering Education", Journal of Engineering Education Research, vol. 18, no. 2, pp. 65176, March 2015, doi: 10.18108/jeer.2015.18.2.65.
- [3] Y. T. Ryu, "A Case Study to Develop "My Story Portfolio" with Project-Based Learning(PtBL)", The Korean Association of Secretarial Studies, vol. 24, no. 2, pp. 101-119, September 2015.
- [4] T. Markham, J. Larmer, J. Ravitz, Project-Based Learning Handbook: A Guide to Standards Focused Project-Based Learning for Middle and High School Teachers, Buck Inst for Education, 2003.
- [5] Y. K. Lee, E. J. Kim, "An Analysis of Learning Outcomes and Learning Satisfaction of Project-Based Learning in non-face-to-face Learning Environment", The Journal of the Korea Contents Association, vol.

21, no. 6, pp. 814-825, April 2021, doi: 10.5392/JKCA.2021.21.06.814.

[6] J. W. You, "Investigating Important Predictors for Learning Outcomes of Team Project-based Learning at Universities", *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, vol. 20, no. 21, pp. 281-305, November 2020, doi: 10.22251/jlcci.2020.20.21.281.

[7] J. K. Kwon, *Digital Evolution: Emotional UX Design*, Chungnam, 2018.