

# 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용한 창의 공학 설계 교육

박상태<sup>†</sup>·김제도<sup>\*\*</sup>

<sup>†</sup>성균관대학교 학부대학 조교수

<sup>\*\*</sup>홍익대학교 기계시스템디자인공학과 조교수

## Creative Engineering Design Education Utilizing the Problem-solving Process and Skills of Critico(-Creative) Thinking

Park, Sang Tae<sup>†</sup> · Kim, Jedo<sup>\*\*</sup>

<sup>\*\*</sup>Assistant Professor, University College, Sungkyunkwan University

<sup>\*\*</sup>Assistant Professor, Dept. of Mechanical Systems Design Engineering, Hongik University

### ABSTRACT

ABEEK recommends convergent engineering projects to nurture creative problem-solving ability for 1st year engineering students through 'Creative Engineering Design' course. However, 1st year engineering students, who have not yet studied core subjects in engineering, have difficulties understanding and coping with the challenges posed by the engineering-related projects. For this reason, the educational objectives of this course are usually frustrating to achieve by the instructor. In this paper, by using the problem-solving process and skills of critico(-creative) thinking, we prepare guidelines for creative engineering design education that allow 1st-year students to effectively participate in engineering projects without a complete understanding of the design process which is to be studied. Also, we present a case study that applies the guidelines to an on-going creative engineering design course and discusses the outcomes by showing student-generated works. The results showed that the intuitive content and everyday expression of critico(-creative) thinking education enabled the instructor to effectively guide their students through the requirements of engineering projects without relying on advanced engineering design methods, and that the application of these guidelines also helped improve students' communication skills, including presentation. We show that the guidelines for creative engineering design education utilizing the problem-solving process and skills of critico(-creative) thinking is not only contributing to achieving the educational objectives of the creative engineering design course but can also be an educational paradigm that incorporates critico(-creative) thinking education into engineering education.

**Keywords:** Convergent engineering project, Creative problem-solving ability, Creative engineering design course, Students lacking engineering major knowledge, Problem-solving process and skills of critico(-creative) thinking, Guidelines for creative engineering design education

## 1. 서 론

제4차 산업혁명의 격변기를 맞이한 오늘날의 공학교육에서 공학도들이 다양하고 가변적인 문제 상황에 능동적으로 대처할 수 있는 창의적 문제 해결 능력을 함양하는 것은 대단히 중요한 교육적 과제이다. 창의적 문제 해결 능력을 함양하기 위해서 공학도들은 그들 자신의 교육과정에서 다양한 공학 프로젝트에 참여할 기회를 충분히 제공받아야 한다. 이에 현재 대

부분의 공과대학에서는 한국공학교육인증원(ABEEK)의 권고에 따라 공학도들이 신입생 시절부터 융·복합적 성격의 공학 프로젝트에 참여할 수 있도록, 이른바 '창의 공학 설계'와 같은 전문교양 과목을 개설, 운영하고 있는 중이다.

하지만 창의 공학 설계 유(類)의 과목에서 공과대학 신입생들에게 공학 프로젝트에 기반을 둔 설계 교육을 교수하는 데는 한 가지 근본적인 어려움이 있다. 그것은, 이 과목에서 공학 전공 교육을 아직 이수하지 않은 신입생들이 공학 프로젝트에 수반된 다양한 도전을 이해하고 대처하는 데 많은 어려움을 겪을 수밖에 없고, 따라서 이 과목의 교육적 효과가 크게 떨어지게 된다는 점이다. 더욱이 현재 개설·운영되고 있는 창의 공학 설

Received January 26, 2021; Accepted March 5, 2021

† Corresponding Author: tae0725@skku.edu

©2021 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

계 교육 과정에 공학 전공 지식을 결여한 신입생들을 지도하기 위한 마땅한 교육 지침이 마련되어 있지 않다는 사실은 이러한 어려움을 더욱 가중시키고 있는 상황이다.

이에 본 논문에서는 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용하여, 공과대학 신입생들이 공학 전공 지식 없이도 공학 프로젝트에 효과적으로 참여할 수 있는 창의 공학 설계 교육 지침을 마련해 보고자 한다.<sup>1)</sup> 나아가 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용한 창의 공학 설계 교육 지침을 창의 공학 설계 과목의 공학 프로젝트에 실제로 적용해 보아 교육 현장에서의 적용 가능성을 확인해 보고자 한다. 아마도 이러한 창의 공학 설계 교육 지침은 비판(-창의)적 사고 교육의 일반적이고 범용적인 성격에 힘입어 창의 공학 설계 교육에서 교강사가 공학 전공 지식에 의존하지 않고서도 공학 프로젝트의 요구 사항을 교수할 수 있는 가능성을 제공해 줄 수 있을 것이다.

## II. 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용한 창의 공학 설계 교육 지침

### 1. 창의 공학 설계 과목의 개요

우선, 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용한 창의 공학 설계 교육 지침을 실제로 적용할 창의 공학 설계 과목인 홍익대학교의 <창의적 공학 설계와 기업가 정신>과 이 과목에서 수행하는 공학 설계 프로젝트에 관해 살펴보고자 하자.<sup>2)</sup> <창의적 공학 설계와 기업가 정신>은 공학인증교육을 수행 중인 홍익대학교 기계시스템디자인공학과 1학년 2학기에 배치된 과목이다. 이 과목의 학습 목표는 다음과 같다. “기계 공학자에게 요구되는 문제 탐구 및 창의적 능력을 배양하고, 개인 또는 팀으로 이루어지는 설계 활동을 이해하며, 소규모 설계-제작-시험 프로젝트를 직접 수행함으로써 기계시스템에 대한 수치적 및 정량적 분석보다 기본 구상 및 개념 설계와 같은 정성적 해결 방안을 도출하는 것을 목표로 한다.” 이 과목의 강의 내용 및 일정은 Table 1과 같다.

1주차에는 과목에 대한 기본 소개가 이루어지고, 2주차에는 공학 및 기계공학 팀워크에 대한 소개가 이루어진다. 3~4주차에는 팀워크를 위해서 효과적인 공학 소통법이 무엇인지에 대한 강의가 이루어지며, 5주차에는 창의성을

Table 1 Creative engineering design and entrepreneurship course schedule

W	Topics, assignments, and required studies
1	Course outline
2	Engineering/Mechanical team organization
3	Engineering communication
4	Engineering communication
5	Creative engineering
6	Project 1
7	Project 1
8	Project 1
9	Project 1
10	Project 2
11	Project 2
12	Project 2
13	Project 2
14	Project 2
15	Final presentation/competition

발휘한 기업에 대한 강의가 이루어진다. 6~9주차에는 첫 번째 팀 프로젝트가 진행되고, 10~14주차에는 두 번째 팀 프로젝트가 진행된다. 15주차에는 최종 발표와 경연이 이루어진다.

본 논문에서는 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용한 창의 공학 설계 교육 지침의 적용 사례로서 2019학년도 2학기 <창의적 공학 설계와 기업가 정신> 과목의 첫 번째 프로젝트에 관해 소개하고자 한다. 당시 이 과목의 총 수강 인원은 41명이었고, 10개 팀을 편성하였다. 이 가운데 학습 성취도 상/중을 기록한 팀을 각각 1팀씩 선택하여 수강생들이 직접 작성한 결과를 토대로 이상의 창의 공학 설계 교육 지침이 어떻게 적용되었는지 소개할 것이다.

### 2. 비판(-창의)적 사고에 따른 창의 공학 설계 교육의 단계별 지침과 적용 사례

본 논문에서는 창의 공학 설계 과목의 공학 프로젝트를 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정에 따라 총 5단계로 나눈 후, 각 단계마다 비판(-창의)적 사고의 기량을 반영한 창의 공학 설계 교육 지침을 제안할 것이다.<sup>3)</sup> 이러한 창의 공학 설계 교육 지침은 비판(-창의)적 사고의 단계별 목표와 요소 및 기준을 반영한 공학 프로젝트의 단계별 학습 목표와 점검 사항들로 구성된다.<sup>4)</sup>

3) 공학 설계 프로젝트의 문제 해결 과정은 다양한 단계로 나누어 접근해 볼 수 있다(김대수, 2016; 김영채, 2010; 김은경 2016; 조연순 외, 2010; 최석민, 2004). 본 논문에서는 린스테인 외(2002)가 제안한 상품 개발 5단계 과정을 참고하였다.

4) 본 논문의 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용한 창의 공학 설계 교육 지침은 다양한 공학 설계 교육에 활용하기 위해 고안한 비판적 사고 교육에 관한 연구 결과(박상태 2020; 박

1) 본 논문에서 활용할 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량은 김영정(2004; 2005)의 비판적 사고의 문제 해결 과정과 비판적 사고의 요소 및 기준을 참고하였다.

2) 홍익대학교의 창의 공학 설계 과목인 <창의적 공학 설계와 기업가 정신>과 관련한 이하의 자료들은 김제도 교수의 강의자료 PPT에서 인용하였다.

가. 풀어야 할 문제에 대한 정의

1) 비판(-창의)적 사고의 목표

자신의 가장 근본적인 목표와 목적 그리고 필요를 알아내고 세부적 정식화를 시도하라. 그리고 세부적으로 정식화된 목표, 목적, 필요를 맥락(상황)을 고려하여 평가하라.

자신의 목표를 달성하고 목적을 성취하며 필요를 만족시키는 데 발생할 문제들을 인식하라. 인식된 문제들을 하나씩 고려하라. 가능한 한 분명하고 명료하게 문제를 진술하라.

2) 비판(-창의)적 사고의 요소 및 기준

- ① 목적을 분명하고 명료하게 제안하라.
- ② 제시된 목적이 당면한 맥락(상황)에 적절하고 중요한 것인지 평가하라.
- ③ 목적을 달성하는 데 필요한 적절하고 중요한 문제들을 인식하라.
- ④ 인식된 문제들을 분명하고 명료하게 정의하라.

⇒ 1단계 모듈: 문제 설정, 배경 및 필요성(Problem Statement, Background & Needs)

1) 프로젝트 학습 목표

배경 상의 필요성 및 요구와 문제 설정이 분명하고 명료해야 한다. 배경에 따른 필요성 및 요구와 문제 설정이 모두 적절하고 중요해야 한다.

2) 프로젝트 점검 사항

- ① 사업 분야의 필요성 및 요구는 분명하고 명료한가?
- ② 배경을 고려할 때 필요성 및 요구는 적절한 것인가? 또한 중요한 것인가?
- ③ 필요성 및 요구를 충족시키기 위한 문제(들)는 적절한 것인가? 또한 중요한 것인가?
- ④ 설정된 문제(들)를 분명하고 명료하게 정식화할 수 있는가?

⇒ 적용 사례

<창의적 공학 설계와 기업가 정신> 과목은 신입생들을 위한 공학 설계 입문 과정이므로 2019학년도 2학기의 첫 번째 프로젝트에서는 교강사가 전체적인 문제 범위를 사전에 제시하였다. 기계공학과 학생들에게 Fig. 1과 같이 "현재 제조업 기반의 산업이 컨텐츠(IT) 및 공유 산업으로 전환될 경우 무엇을 할 것인가?"라는 큰 문제를 제시하고, Contents 그리고 Sharing 이라는 키워드와 연관된 해결책을 찾도록 유도하였다. 첫 번째

상태 외, 2020)를 홍익대학교의 <창의적 공학 설계와 기업가 정신> 과목에 맞추어 재구성한 것이다.

Creative Engineering Design Project 1

“What are we going to Do?”

2nd Semester of 2019

Creative Engineering Design

❖ 문제정의:

빠르게 진화하는 산업 환경 속에서 공학도들은 자신의 전공과 다른 새로운 트렌드를 인식하고 변화에 대비해야함. 미래의 기계공학도로서 최근 이슈가 되는 컨텐츠와 공유경제에 대해 이해하고 향후 전망이 있을 것 같은 사업을 기획하여라.

Project 1

Contents

Sharing

Creative Engineering Design

Project Evaluation

- ❖ Research Presentation: 25%
- ❖ Mid Presentation: 25%
- ❖ Final Presentation (Poster): 50%  
In class presentation: 60%  
Poster evaluation: 40%
- ❖ Teams: Composed of 3~4 Students

Creative Engineering Design

Fig. 1 Problem statement of Project 1

프로젝트의 평가는 자료 조사 발표 25%, 중간 발표 25% 그리고 최종 발표 50%로 구성하였으며, 최종 발표의 경우 구두 발표 60%, 포스터 발표 40%로 나누어 평가하였다. 팀 구성원은 3~4명으로 자유롭게 구성하도록 유도하였다.

#### 나. 문제 해결을 위한 가능한 선택지 탐색

##### 1) 비판(-창의)적 사고의 목표

자신이 다루고 있는 문제의 유형을 분명하게 인식하기 위해 문제를 조사, 검토하라. 자신의 통제 하에 있는 문제와 통제를 벗어난 문제를 구별하라. 자신의 통제를 벗어난 문제는 제쳐 놓아라. 자신이 풀 수 있는 문제에 집중하라.

문제 해결에 필요한 개념을 분명하고 명료하게 정의·분석하고, 그 문제를 해결하기 위해 무슨 종류의 일들을 해야만 하는지 생각해 보라.

문제 해결에 필요한 정보를 알아내고, 그 정보를 적극적으로 찾아내어라. 그리고 자신이 모은 정보를 해석하고, 분석하고, 평가하라.

##### 2) 비판(-창의)적 사고의 요소 및 기준

- ① 정의된 문제와 관련된 *적절하고 중요한* 자료(개념과 정보)를 조사하라.
- ② 문제 해결에 필요한 이론적 개념을 *분명하고 명료하게* 이해하라.
- ③ 문제 해결에 필요한 *정확한* 정보를 찾아내라.
- ④ 해당 개념과 정보가 해결책 구성에 *충분한* 것인지 평가하라.

#### ⇒ 2단계 모듈: 자료 조사(Research)

##### 1) 프로젝트 학습 목표

문제 해결을 위한 개념(이론)과 정보는 적절하고 중요하며 충분해야 한다. 개념(이론)은 분명하고 명료해야 하며, 정보는 정확해야 한다.

##### 2) 프로젝트 점검 사항

- ① 문제 해결을 위한 적절한 자료 조사가 이루어졌는가?
- ② 자료에 나온 개념 혹은 이론을 분명하고 명료하게 이해했는가?
- ③ 자료의 정보는 정확하고 신뢰할 만한 것인가?
- ④ 주요 개념(이론)과 중요 정보가 문제를 해결하는 데 충분히 기여하는가?

#### ⇒ 적용 사례

프로젝트 진행 2주차에, 제시된 문제에 대한 가능한 선택지 탐색을 위한 첫 번째 발표 평가를 진행하였다. 5분 발표, 2분

질의·응답으로 이루어진 자료 조사 발표는 Fig. 2와 같이 컨텐츠와 공유 산업에 대한 자료 조사와 기존 사업 환경에 대한 자료 조사가 포함되도록 하였다.

팀 1과 팀 2 모두 컨텐츠 사업과 공유 산업에 대해 분석하였고, Airbnb, Netflix, App store와 같은 기업들에 대한 자료 조사를 수행하였음을 확인할 수 있었다. 상호 평가 과정을 거쳐 문제의 적절성 및 중요성 등을 평가하였고, 기존의 사업과 겹치지 않는지 집중적으로 검토하였다. 또한, 교강사는 자료의 정보가 정확하고 신뢰할 만한 것인지 판단하기 위해 출처 제시의 중요성을 교육하였다.

#### ❖ Research Presentation

- A 5 min presentation followed by 2 min Q&A. PPT Format (Max of 5 pages, including front page)
- Background information on the topic (Contents or Sharing), Examples
- Evaluation: Thoroughness, Relevance, Presentation

Fig. 2 Requirements of the research presentation

#### 다. 문제 해결을 위한 선택지 구성

##### 1) 비판(-창의)적 사고의 목표

해석, 분석, 평가된 정보에서 합당한 추론을 이끌어 내라. 이때 빠뜨린 숨은 전제가 없는지 확인하라.

자신이 어떤 행동을 할 수 있을지 선택지들에 대해 생각해 보라. 단기적으로 무엇을 할 수 있을 것인가? 또 장기적으로는 무엇을 할 수 있는가? 돈, 시간, 노력에 있어서 자신의 한계를 명확히 인식하라. 그러기 위해서는 선택의 관점과 함축에 대해 충분히 고려해야 한다.

##### 2) 비판(-창의)적 사고의 요소 및 기준

- ① 관련 자료에 입각한 전제(들)로부터 예상 가능한 결론을 *논리적으로* 추론하라.
- ② 이때 숨은 전제에 유의하라.
- ③ 추론된 결론의 함축까지 *깊이 있게* 분석하라.
- ④ 또한, 결론 및 함축을 *다각적* 관점에서 평가하라.

#### ⇒ 3단계 모듈: 자료 분석 및 해결책 구성(Analysis & Search for Solutions)

##### 1) 프로젝트 학습 목표

가능한 해결책을 구성하는 추론 과정은 논리적이어야 한다. 미처 생각하지 못한, 폭넓고 깊이 있는 해결책을 고안해야 한다.

##### 2) 프로젝트 점검 사항

- ① 어떤 자료들이 어떤 해결책을 도출할 수 있는가? 즉, 제

시된 자료들은 제안된 해결책을 뒷받침할 수 있는가?

- ② 혹시 추론 과정에서 당연하다고 가정한 사항은 없는가?
- ③ 제안된 해결책이 갖는 파급 효과는 무엇인가?
- ④ 그밖에 또 다른 방식의 해결책은 없는가?

⇒ 적용 사례

첫 번째 프로젝트에서는 교강사가 콘텐츠 및 공유 산업이라는 거시적 문제만 제시하였고, 수강생들 스스로 3개 이상의 세부 문제를 분석하고 해결책을 각각 제시하도록 하였다. 팀 1의 경우 1) 개인 강의 플랫폼 2) 식당 사업 플랫폼 3) VR 플랫폼을 제시하였고, 그 필요성에 대해서는 1) 자기 개발을 위한 다양한 맞춤형 수업의 필요성 2) 식당 주인과 손님을 직접 연결해 줄 수 있는 애플리케이션의 필요성 3) VR 콘텐츠 제작자와 소비자를 연결해 줄 수 있는 플랫폼의 필요성을 각각 제시하였다. 팀 2의 경우 1) 발 모델링 소프트웨어 2) 휴대폰 내에서 앱과 앱을 연결시켜주는 서비스 3) 방문 의료 서비스 제공 애플리케이션을 제시하였으며, 그 필요성에 대해서는 1) 신발 구입을 위한 효과적인 발 크기 측정의 필요성 2) 앱과 앱을 효율적으로 연결해주는 서비스의 필요성 3) 위치 및 신체적 제약으로 의료 시설을 자주 방문하지 못하는 환자들을 위한 플랫폼의 필요성을 각각 제시하였다.

중간 발표에서는 Table 2와 같이 상호 평가를 통해 자료 분석 및 해결책 구성이 창의적인지, 논리적 오류는 없는지, 시장성은 있는지를 평가하였고, 내용이 효과적으로 전달되었는지도 평가 항목에 포함하였다. 교강사는 팀별로 제시한 세부 문제에 대해 꼭 플랫폼이 있어야만 해결할 수 있는지, 즉 당연하다고 가정한 사항은 없는지 집중적으로 질문하였고, 해당 해결책이 갖는 파급 효과에 대해서도 추가적 분석이 요구됨을 강조하였다.

Table 2 Midterm presentation peer review sheet

	1조	2조	...
창의성 (10점)			
논리성 (10점)			
시장성 (10점)			
발표 (10점)			
합 (40점)			

라. 문제 해결을 위한 선택지 결정

1) 비판(-창의)적 사고의 목표

선택 목록 중 최선의 것을 선택하라. 자신이 선택한 선택지

의 장단점을 고려하면서 자신이 처한 맥락(상황) 속에서 평가하라. 선택한 입장에 대해 선택의 결과를 좀 더 다각적이고 포괄적으로 모니터링하라. 관점을 바꿔 생각해 보거나 지평을 확대하라. 그리고 함축을 다시 한번 고려해 보라.

2) 비판(-창의)적 사고의 요소 및 기준

- ① 가능한 해결책들이 지닌 장단점 비교를 전제로 최선의 결론을 논리적으로 선택하라.
- ② 맥락(상황)을 고려하면서 최선의 해결책을 평가하라.
- ③ 최선의 해결책이 지닌 관점의 폭을 검토하라.
- ④ 최선의 해결책이 지닌 함축의 깊이를 검토하라.

⇒ 4단계 모듈: 해결책 선택 및 제시(Solution Selection and Content)

1) 프로젝트 학습 목표

해결책을 선택하는 추론 과정은 논리적이어서 하고 배경을 고려해야 한다. 선택한 해결책은 문제(들)를 해결하고 배경 상의 필요성 및 요구를 충족시켜야 한다. 그 결과 선택한 해결책은 폭넓고 깊이가 있어야 한다.

2) 프로젝트 점검 사항

- ① 선택한 해결책은 다른 해결책에 비해 어떤 장단점을 지니고 있는가?
- ② 현실적인 제한 조건, 요구 사항, 주요 기능 등을 고려하여 해결책을 선택하였는가?
- ③ 선택한 해결책 이외의 더 나은 방법으로 문제(들)를 해결할 수 있는가?
- ④ 선택한 해결책은 배경 상의 필요성 및 요구를 충족시킬 수 있는가?

⇒ 적용 사례

중간 발표 이후 2주간의 팀별 활동을 통해 해결책을 선택 및 제시하도록 수강생들을 지도하였고, 최종 발표에 Fig. 3과 같이 1. 문제 인식 2. 사업 내용(해결책) 3. 예상 결과(요구 조건 충족 여부) 4. 예상 매출액(예상 결과)을 포함하여 발표하도록 하였다.

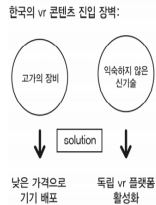
그 결과 팀 1의 경우 VR 생산자와 소비자를 연결해주는 플랫폼의 부재를 문제로 인식하여 플랫폼 제공과 더불어 VR 기기를 생산자와 소비자에게 대여해주는 비즈니스 모델을 기획하였다. 팀 2의 경우 스마트폰의 효율적 활용을 위해 독립적으로 운영되는 애플리케이션들을 연결해야 할 필요성을 확인하고 애플리케이션들 사이에 다리 역할을 할 수 있는 새로운 애플리케이션에 관한 기획을 진행하였다. 각 팀의 해결책에 대한 배경, 선택 및 제시된 결과물은 Fig. 4와 같다.

- ❖ Final Presentation
  - 1. Needs 2. Content 3. Expected outcome 4. Expected Revenue
  - Evaluation: Uniqueness, Content, Sound Basis, Presentation

Fig. 3 Requirements of the final presentation

## Background

우리는 contents 라는 키워드를 플랫폼 비즈니스로 연결시켰다. 가상현실 분야 사업은 이미 수십억 달러 규모의 시장으로 자리 잡고 있지만, 한국에서는 아직 크게 상용화되지 않고 있다. 우리는 TRAVR을 통해 생산자와 소비자를 연결해주는 하나의 독립된 플랫폼을 만들고, 둘 모두가 간편하게 vr이라는 콘텐츠를 이용할 수 있게 해 vr이 미디어에서 차지하는 영역을 넓힐 것이다.



## Business Content

1. 플랫폼 사업

추천 공유 신고

2. 기기 배포 사업

vr 관람 기기 vr 영상 촬영 360 카메라

### Background

브릿지는 기존의 어플리케이션 개발 사업에서 확장하여 어플리케이션을 연결해주는 사업이다. 즉 하나의 어플리케이션을 개발하는 것이 아니라 둘 이상의 어플리케이션을 연결하는 코드를 작성하는 것이다. 이렇게 브릿지는 contents와 contents를 연결하는 contents를 제공한다. 또한 어플리케이션 간의 상품이나 서비스를 쉽게 교환 할 수 있도록 하므로 공유 사업이라고도 할 수 있다.

### Business Content

브릿지는 앱과 앱을 연결해주는 다리 역할을 하는 어플리케이션이다.

ex1

유튜브 시청 중 나온 노래가 좋아서 플레이리스트에 추가하고 싶어

>> 브릿지로 유튜브와 멜론을 연결하면 노래제목을 알아내 직접 검색하는 수고 없이 노래를 알려주고 플레이리스트에 추가해준다.

ex2

친구가 인스타그램에 올린 카페가 여기구나!

>> 구글맵과 인스타그램을 연결하면 친구가 인스타그램에 게시한 카페가 바로 구글맵에 표시되어 위치를 확인할 수 있다.

ex3

내 주변에 괜찮은 음식점 있을까?

>> 카카오톡과 요기요를 연결하면 주변에 있는 음식점들의 평점과 후기가 표시된다.

Fig. 4 Background and business contents of each group

마. 문제 해결안의 실행과 반성(평가 및 조정)

### 1) 비판(-창의)적 사고의 목표

문제 해결 방안과 실행 전략에 따라 철저히 실행하라. 실행 결과의 함축을 평가하면서, 필요성 및 요구와 목적을 다시 한번 고려하라. 더 많은 정보가 확보됨에 따라 문제 해결 방안과 실행 전략을 맥락(상황)에 맞추어 수정하라.

### 2) 비판(-창의)적 사고의 요소 및 기준

- ① 제안된 해결책을 실행하기 위한(목적) 계획(문제)을 세워라. 계획 달성에 관련된 모든 자료를 (개념과 정보의 차원에서) 수집하고 분석하고 평가하라. 분석되고

평가된 자료를 근거(전제)로 삼아 구체적인 계획을 수립하라.

- ② 수립된 계획에 누락된 사항(숨은 전제)이 없는지 다각적으로(관점) 그리고 심층적으로(함축) 평가하라. 당면한 여건(맥락)을 고려하면서 수립된 계획에 따라 제안된 해결책(결론)을 실행하라.
- ③ 제안된 해결책을 통해 문제가 해결되었는지 평가하라. 제안된 해결책을 통해 목적이 달성되었는지 평가하라.
- ④ 평가 결과(정보)에 근거하여 상황(맥락)이 허용하는 범위 내에서 제안된 해결책을 수정하고 개선하라.

### ⇒ 5단계 모듈: 적용 및 평가(Application & Feedback)

#### 1) 프로젝트 학습 목표

비판적 사고의 기량을 실제 상황에 적용할 수 있어야 한다. 공학 실천 과정에서 비판적 사고 성향이 드러나야 한다.

#### 2) 프로젝트 점검 사항

- ① 선택한 해결책을 실행할 상세하고 구체적인 계획을 수립하였는가?
- ② 수립된 계획은 배경을 고려할 때 현실적으로 실행 가능한 것인가?
- ③ 사용자 수 및 1회 가격의 형식으로 연간 매출액을 근거 있게 계산할 수 있는가?
- ④ 프레젠테이션 및 상호 평가의 결과에 근거하여 제안된 해결책을 수정·보완하였는가?

### ⇒ 적용 사례

첫 번째 프로젝트는 콘텐츠 및 공유 산업과 연관된 비즈니스 모델을 기획하는 문제이므로 실제로 문제 해결책을 적용 및 평가하는 데까지 진행할 수는 없었다. 하지만 자료 조사와 논리적 추론을 이용하여 기획한 비즈니스 모델의 연간 매출액을 예상해 보도록 유도하였고, Table 3과 같이 상호 평가를 통해 수강생들 스스로 제시된 비즈니스 모델들을 평가할 기회를 제공하였다. 수강생들이 최종 발표에 사용한 포스터 결과물은 Fig. 5와 같다.

Table 3. Final presentation peer review sheet

	1조	2조	...
창의적인 Needs의 발견 (30점)			
문제 해결의 적합성 (40점)			
포스터 발표 (20점)			
질문에 대한 논리적인 답변 (10점)			
합 (100점)			



Fig. 5 Final presentation posters for the two teams

### III. 결론

지금까지 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용한 창의 공학 설계 교육 지침을 살펴보았다. 이상의 창의 공학 설계 교육 지침은 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정을

5단계로 나눈 후, 각 단계별로 비판(-창의)적 사고의 목표와 기량을 적용한 총 5개의 모듈로 구성되었다. 단계별 모듈들은 1 단계 문제 설정, 배경 및 필요성 모듈, 2단계 자료 조사 모듈, 3 단계 자료 분석 및 해결책 구성 모듈, 4단계 해결책 선택 및 제시 모듈, 5단계 적용 및 평가 모듈로서, 각 모듈마다 공학 프로젝트의 수행을 위한 학습 목표와 점검 사항을 제공하고 있다.

상기한 창의 공학 설계 교육 지침을 각 단계별로 정리해 보면 다음과 같다. 우선, 1단계 문제 설정, 배경 및 필요성 모듈은 공학 프로젝트의 출발점인 "진짜 문제를 정의하려는 과정" (주은숙, 2018)으로서, 비판(-창의)적 사고의 맥락(상황), 목적, 문제와 같은 요소들과 분명함, 명료성, 적절성, 중요성 등의 기준을 활용하여 상기한 학습 목표를 달성하고자 한다. 다음으로, 2단계 자료 조사 모듈은 비판(-창의)적 사고의 개념과 정보라는 요소들을 분명함과 명료성, 정확성, 그리고 충분함의 기준에 따라 평가함으로써 말 그대로 문제 해결에 필요한 이론과 정보를 확보하려는 과정이다. 그리고 3단계 자료 분석 및 해결책 구성 모듈은 비판(-창의)적 사고의 주요 기량인 (숨은) 전제 및 결론의 추론과 함축, 관점 등의 요소들에 논리성, 폭넓음, 깊이 등의 기준들을 적용하여 다양한 문제 해결책들을 구성해 보는 과정이다. 또한, 4단계 해결책 선택 및 제시 모듈은 구성된 해결책들의 장단점을 맥락(상황), 관점, 함축 등의 요소들을 고려하여 논리성, 폭넓음, 깊이 등의 기준에 따라 선택하고 제안하는 과정이다. 끝으로, 5단계 적용 및 평가 모듈은 프로토타입을 만들거나 테스트를 통한 성능 개선을 도모하거나 설계 구현과 생산 계획을 세울 때 비판(-창의)적 사고의 요소 및 기준을 학습한 학생들이 이를 다시 한 번 활용해 봄으로써 비판(-창의)적 사고를 점차 자신의 성향으로 내재화하는 과정이다.

이상의 창의 공학 설계 교육 지침을 현재 개설되고 있는 창의 공학 설계 과목인 흥익대학교의 <창의적 공학 설계와 기업가 정신>에 적용해 보았을 때, 해당 과목의 교강사는 무엇보다 융·복합적 공학 프로젝트를 수행하는 과정에서 수강생들의 전공 지식 결핍으로 인한 교수-학습상의 어려움으로부터 벗어날 수 있었다. 이는 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 요소 및 기준을 공학 프로젝트에 접목한 이 교육 지침이 직관적 내용을 일상 언어로 쉽게 표현하고 있어 교강사가 수강생들을 교육할 때 전공 지식에 의존하지 않고서도 공학 프로젝트의 요구 사항을 충분히 전달할 수 있었기 때문이다. 더불어 이상의 교육 지침은 통상 공학 프로젝트의 결과물을 물리적으로 구현하기 어려운 창의 공학 설계 과목에서 공학 프로젝트의 결과물을 구두 및 포스터로 발표하거나 이를 상호 평가하는 과정에서도 수강생들에게 많은 도움을 제공하는 교육적 효과를 보여 주었

다. 아마도 이는 비판(-창의)적 사고의 기량이 창의적 문제 해결 과정뿐만 아니라 효과적 의사소통 과정에도 기여하는 도구이기 때문인 것으로 보인다(박상태, 2020; 박상태 외, 2020).

이처럼 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용한 창의 공학 설계 교육 지침은 공과 대학 신입생들이 창의 공학 설계 교육 과목에서 융·복합적인 공학 프로젝트를 수행할 때 공학 전공 지식의 결핍으로 인해 겪을 수밖에 없는 어려움을 경감시켜 준다. 또한 창의 공학 설계 과목에서 공학 프로젝트의 결과를 효과적으로 의사소통하는 데 많은 도움을 제공하기도 한다. 따라서 이상의 창의 공학 설계 교육 지침은 공과 대학 신입생들이 창의적 문제 해결력을 함양하기 위해 이수하는 전문교양 과목인 창의 공학 설계 과목에서 매우 유용한 교육 지침으로 기능한다는 것을 확인할 수 있었다. 결과적으로 본 논문에서 제안한 비판(-창의)적 사고의 문제 해결 과정과 기량을 활용한 창의 공학 설계 교육 지침은 창의 공학 설계 교육의 목적을 달성하는 데 기여할 뿐만 아니라, 비판(-창의)적 사고 교육을 다양한 수준의 공학 교육에 접목하는 한 가지 교육적 범례(範例)가 될 수 있을 것이다.

본 연구는 한국연구재단의 지원으로 수행되었음(2015R1A6A1A03031833, 2019R1F1A1064207).

## 참고문헌

1. 김대수(2016). 창의공학설계. 생능출판사.
2. 김영정(2004). 비판적 사고와 공학교육(4회). 공학교육, 11(4), 73-89.
3. 김영정(2005). 비판적 사고의 9요소와 9기준. 대한토목학회지, 53(11), 217-215.
4. 김영채(2010). 창의력의 이론과 개발. 교육과학사.
5. 김은경(2016). 창의적 공학설계. 한빛아카데미.

6. 김제도(2019). <창의적 공학 설계와 기업가 정신> 강의자료 PPT.
7. 린스테인, Edward, Monika 린스테인 & James W. 쉘넛(2002). 창의적 문제해결과 공학설계. 명지대학교 창의공학 연구회 역. 파워북.
8. 박상태(2020). 공학교육에서의 비판적 사고의 활용 방안. 공학교육연구, 23(6), 27-32.
9. 박상태·김제도·윤성호(2020). 비판적 사고를 활용한 공학 설계 교육. 공학교육연구, 23(6), 51-59.
10. 조연순·성진숙·이혜주(2010). 창의성 교육. 이화여자대학교출판부.
11. 주은숙(2018). 창의융합설계교육을 위한 교안 개발-문제정의와 정보수집을 중심으로-. 2018 공학교육학술대회, 17-18.
12. 최석민(2004). 듀이의 문제 해결과 비판적 사고의 관계. 교육철학, 25, 163-178.



**박상태 (Park, Sang Tae)**

1990년: 연세대학교 철학과 학사  
 1996년: 연세대학교 철학과 석사  
 2003년: 연세대학교 철학과 박사  
 2005년: 성균관대학교 학부대학 전임강사  
 2008년: 성균관대학교 학부대학 초빙교원  
 2017년~현재: 성균관대학교 학부대학 조교수  
 관심분야: 과학기술 글쓰기, 비판적 사고 교육, 공학 윤리, 과정 철학  
 E-mail: tae0725@skku.edu



**김제도 (Kim, Jedo)**

2004년: University of Toronto 기계공학과 학사  
 2007년: University of Michigan 기계공학과 석사  
 2011년: University of Michigan 기계공학과 박사  
 2011년: OCI 중앙연구소 선임연구원  
 2012년: 부경대학교 기계공학과 조교수  
 2015년~현재: 홍익대학교 기계시스템디자인공학과 조교수  
 관심분야: 멀티피직스, 음향메타물질, 재료물성치, 전산모사  
 E-mail: jedokim@hongik.ac.kr