

제품 및 금형 연계 창의 캡스톤 디자인 교육과정에 관한 연구

김경아¹ · 한성렬[†]

공주대학교 금형설계공학과^{1,†}

A development of creative capstone design process by product and mold design

Kyung-A · Kim¹ · Seong-Ryeol Han[†]

Department of Mold & Die Engineering, Kongju National University^{1,†}

(Received December 17, 2019 / Revised December 27, 2019 / Accepted December 31, 2019)

Abstract: The fourth industrial revolution calls for an integrated talent by improving working-level skills within the big framework of creativity and convergence. Therefore, university education focuses on solving the problem of practical ability education by improving employment ability. Based on this improvement in practical skills, this study is based on the field-based design curriculum of Capstone. Currently, the Capstone Design Course is being implemented at most universities, extending its scope to the fields of engineering, humanities, social studies and arts. However, there is a limit to the core concept of Capstone design education and capacity education developed in line with the foreign educational environment and applied directly to our nation's university education. In terms of overseas cases, the core focus is to develop practical, design, and prototype capabilities by forming a team among all grades and multidisciplinary institutions to support the capital and manpower of the industry. However, the nation's industrial linkage and curriculum have difficulties in carrying out multi-disciplinary education. In this study, students were asked to team up and solve the challenges that the industry needs based on the expertise acquired in the lower grade curriculum by applying majors and 3D printing through the first and second semester courses of the fourth grade to address these limitations. In addition, business skills for the process of creativity and leadership experience in our country through a suitable design capstone class to review the efficiency of education by applying a model. In order to achieve the purpose of Capstone design subject, the goal setting, class model composition, class model application, verification and evaluation, and final class model development procedures were carried out. Through this process, it will be used as a basic material for educating design class capstone design.

Key Words: Capstone design, Multidisciplinary, Teaching methods

1. 서 론

1.1. 연구배경 및 필요성

과거의 산업혁명 시대의 산업 기반은 생산과 기술의 발전이었다면 현대를 대표하는 화두는 창조와 융합이다. 따라서 창조성이 모든 산업 분야의 화두가 되었으며 공학 분야에서의 창조적 접근방법에 관한 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 디자인 영역 역시 각 분야를 넘나들고 통합적 접근을 통한 개

념적 디자인으로 패러다임이 변화하고 있다. 즉 디자인은 특정 상품이나 제품이 아닌 인간의 삶 안에 존재하고 있으며 인간이 살아가는데 필요한 환경의 모든 것으로 개념이 확장되었다. 이러한 디자인의 개념은 산업의 각 분야의 연결 고리로써 작용하며 모든 사업에서 디자인의 문제 해결 방법론을 적용한 창의적 접근에 대한 필요를 요구한다. 따라서 미래 산업은 다양한 문제 해결의 통합적 접근이 가능한 인재를 요구한다. 강창동(2003)은 산업사회는 표준화된 사고와 대량생산에 유리한 기능적인 인재를 요구했다면 지식 정보화 사회에서는 새로운 지식의 흐름을 유연하게 대처하는 창조적인 인재를 요구한

1, † 교신저자: 공주대학교 금형설계공학과
E-mail: srhan@kongju.ac.kr

다고 하였다¹⁾. 분화되고 전문화된 사회에서 발휘된 개별화되고 분절적인 역량에서 통합적 역량을 갖춘 융합형 인재, 생애 경로에 걸쳐 주도적으로 성장 발전해가는 자기 주도적 목적형 인재를 필요로 하는 것이다. 즉 융합과 창의의 시대에는 다학제적 협업과 창의적 접근을 통한 실무역량, 실질적인 협업능력, 전문성을 신장시킬 교육방법에 관한 연구가 필요하다. 정부는 디자인의 중요성과 역할에 주목하고 2012년 11월 디자인 산업융합전략을 수립하였으며, 산업 융합 전략으로 디자인을 통한 생산 활동이 다른 분야의 요소까지 영향을 미쳐 전체적인 생산성이 올라가는 효과를 통해 경쟁력을 강화하겠다는 정책적 내용을 포함하고 있다. 이 내용에는 디자인을 통한 산업 융합 혁신 활성화라는 역점 아래 창의 융합형 디자인 인재 육성이라는 교육적 개념을 내포하고 있다. 이러한 개념은 학문 분야별 습득한 전문지식으로 산업에서 필요로 하는 통합적 업무 능력 향상을 위한 설계, 실무능력, 팀워크를 기를 수 있는 캡스톤 교과목의 개념과 일치한다. 캡스톤 디자인은 공학 분야의 학생들에게 계획, 설계, 생산의 전 단계를 경험하게 함으로써 실제 현장에서 발생할 수 있는 문제를 발견하고 이를 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 함양하기 위한 수업이다. 4차 산업혁명과 3D printing 등 제조 기술의 변화에 따라 혁신적인 제품의 콘셉트와 디자인이 요구되며 이에 따라 금형공학에서 역시 창의적 접근법이 요구되고 있다. 따라서 금형공학과는 제품에 대한 이해도 높아야 하며 설계와 생산의 통합적 성격이 가진다. 그러나 현재 시행되고 있는 캡스톤 디자인 교과과정은 현장에서의 설계와 생산의 한계가 극명하며 창의적 설계의 목적을 실행하기 어려운 실정에 있다. 따라서 금형공학에서의 캡스톤 디자인은 제품의 기획, 디자인, 설계, 생산의 단계를 경험함으로써 제품디자인과 생산에서 발견할 수 있는 문제를 해결하고 창의적 설계 능력을 함양하기 위한 목적이 수행되어야 한다. 따라서 본 논문은 제품을 이해하고 이를 통해 창의적 금형 설계에 접근할 수 있는 캡스톤 디자인 교과과정을 연구하고자 하였다.

1.2. 연구방법 및 내용

상기의 연구 목적을 바탕으로 본 연구에서는 금형공학과에서 진행되는 캡스톤 디자인을 기반으로 한 제품디자인과 금형 디자인의 연계 교육과정의 단계를 도출하고, 해당 수업 과정을 평가하는 도구

를 개발함으로써 그 효과를 증명하고자 한다. 본 연구는 1. 이론적 배경, 2. 제품디자인과 금형 디자인을 연계하는 프로세스 도출, 3. 수업 평가 도구 개발의 세 단계로 설정하였다. 이론적 배경으로는 창의적 캡스톤 디자인의 개념 및 사례, 디자인 프로세스에 대하여 알아보았다. 이를 통합하여 창의적 캡스톤 디자인 프로세스와 교육 도구를 개발하고 프로세스를 통해 수업 적용 사례를 제시하였다. 또한, 수행한 캡스톤 디자인의 학습 성과를 알아보기 위해 평가 도구를 개발하고 평가 방법 및 항목을 도출, 실시하였다. 실시된 자료를 분석, 분석 결과를 토대로 개선 전략을 수립하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 창의 캡스톤 디자인

캡스톤 디자인은 학생 창작형, 산업 연계형, 다학제간 융합 캡스톤으로 나눌 수 있다. 학생 창작형 과제는 각 전공 또는 학과 내의 전공 교과목으로 지정하고 담당 교수의 지도로 한 학기 동안 진행되며 수업에 필요한 재료비는 학교에서 지원해 주는 방식이다. 캡스톤 디자인의 일반적인 방식인 산업 연계형은 현장 실습과 연계한 캡스톤 디자인 발굴 및 제작으로 전공과 연계된 우수한 산업체의 체계적 지원이 필요하다. 다학제적 융합 캡스톤은 하나의 프로젝트를 각기 다른 전공 학생들이 팀을 이루어 수행하는 것을 의미한다. 학생 창작형으로는 Murphy, P.D(2003)의 다양한 수업 간의 연관성에 대한 감을 갖도록 해주는 과목으로 교육에서 직업적 훈련으로의 이행으로의 연계시키는 교과목에 관한 연구와 Moore(2004)의 다양한 전공에서 공부한 내용을 다른 과목에서 학습한 내용과 연계시키는 교과목에 대한 연구²⁾, 이재영 외2인 (2013)의 전공지식을 학생이 종합적이고 비판적으로 활용함으로써 학문 연구나 실제 산업 진로에 도움이 될 수 있도록 구체적으로 적용하고자 디자인된 교과목에 관한 연구가 진행되었으며³⁾, 산업 연계형 교과목에 관한 연구는 한양대학교 산학 협력 중심 대학 육성사업단 (2006)의 지역산업체에서 필요로 하는 작품 혹은 공학인으로 학생들 스스로 설계, 제작, 평가하는 엔지니어 특성 교육 프로그램에 관한 연구, 이희원(2014)의 학생, 교수, 및 현장경험이 풍부한 산업체 전문가와 함께 하나의 프로젝트를 기획 설계 제작하는 전 과정을 경험함으로써 산업현장의 요구에 적합한

엔지니어를 양성하는 종합설계 교육 프로그램에 관한 연구가 진행되었으며⁴⁾, 이상원(2010)은 다학제적, 팀 작업 등 협업과 융합을 강조, 프로젝트에 적용할 것을 제안하는 연구를 진행하였다⁵⁾. 각 방식별 학자들과 기관 등에서 매우 다양하게 정의되고 있으며 Table 1에 정리하였다. 연구에 따르면 교육과정 중 배운 지식을 종합하여 실제 현장의 환경을 경험하여 보는 과정, 이론식 수업이 아닌 창의적 문제 해결 방법을 통해 통합적 해결 능력을 갖춘 인재를 양성하는 과정, 팀 기반의 의사 결정과 커뮤니케이션 방법을 배움으로써 팀 프로젝트를 잘 수행할 수 있는 능력을 배양하는 과정이라는 점은 공통의 과제라 할 수 있겠다.

Table 1 Concept of Capstone design

Category	Researcher	Contents
Creation of Student	Murphy.P.D (2003)	Subjects that provide a sense of connection between different classes, link from education to vocational training
	Moore.P.D.etal (2004)	Subject that links what one has studied in a major with that of another.
	J. Y. Lee. eta 2 (2013)	Applying knowledge of major in a comprehensive and critical manner to students so that it can be helpful for academic research or actual industrial career.
Industry-link	Han-Yang university Industry-Academic collaboration foundation. (2006)	Engineer-specific education program that design, manufacture, and evaluate students themselves as required by local industries or engineers
	H. E. Lee (2014)	A comprehensive design training program to train engineers who meet the needs of industrial sites by experiencing the entire process of planning, designing, and producing a project.
Multidisciplinary-Convergence	S. W. Lee (2010)	Emphasize collaboration and convergence and propose to apply them to projects

2.2. 캡스톤 디자인 프로세스

캡스톤 디자인 교과목은 전형적으로 문제 해결 중심학습(PBL, Problem-Based Learning)을 기초로 한 교과목으로 학습자의 자기 주도적 학습 활동이 기본이 된다. 2016년도 기준 전국 대학연구와 산학협

력 관리자 협의회의 지침에 따라 30여 개 전문대학에서 캡스톤 디자인이 운영되고 있다. 캡스톤 디자인 교과과정의 프로세스에 관한 연구는 Table 2와 같다. 송지영(2017)은 제품 디자인 전공에서 캡스톤 디자인을 목표 설정-분석(선행 기술 조사)-제작-시험-평가-활용의 6단계로 나누어 실시하였으며⁶⁾, 박수홍 외(2008)은 팀 빌딩-산학통합 미팅-과제분석-과제 명료화-과제 해결 방안 찾기-해결방안 우선순위 도출-해결방안 설계 및 제작-결과물 전시 및 발표-종합 및 성찰의 9단계로 나누었다⁷⁾. 신창범, 권오성(2014)은 캡스톤 디자인은 학교와 학생 그리고 산업체와의 협업을 통한 기본설계 및 아이템 발굴-전략 수립 및 주제 선정-작품 설계 제작-제품 전시 평가-우수 사례 발표의 5단계로 구분하였다⁸⁾. 프로세스를 요약하면 fig. 1과 같이 과제선정-과제분석-작품 설계-결과 발표이다.

Table 2 Capstone design process

Researcher	Contents
J. Y. Song eta 2. (2016)	Goal setting-Analysis(Advanced technology survey)-Production-Test-Evaluation & utility
S. H. Park eta 2. (2008)	Team Building-Industrial Integration Meeting-Task Analysis-Find Task-Find Solution-Priorize Solution-Design and Produce Solution-Exhibit and Presentation-Comprehensive and Reflectable
C. B. Shin eta 1. (2013)	Basic design and Item discovery-Strategy establishment and Topic selection-Production design and production-Product display and Evaluation-Investigation case presentation

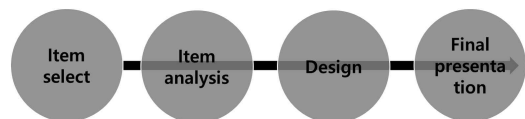


Fig. 1 Capstone design process

3. 제품 및 금형 연계 프로세스 도출

3.1. 제품 및 금형 연계 프로세스

본 연구에서는 금형 공학과 학생들의 캡스톤 디자인 프로젝트의 최적화된 프로세스를 설계하고 각 단계의 방법론에 관하여 연구하였다. 이태식 외(2009)는 캡스톤 디자인 교과목의 개선점을 다학제적, 융합적 교육이 이루어져야 하며, 실제 현장에서

발생할 수 있는 문제에 대한 대처 능력의 함양과 팀워크의 역량을 증대시키는 것이라 하였으며, 현 국내 공과대학의 경우 창의력 배양에서 벗어나 세부 전공지식에 국한되어 있어 창의적 인력 양성에 그 목적이 있어야 한다고 제안하였다⁹⁾. 본 연구에서 캡스톤 디자인은 창의적 해결 능력을 배양을 목적으로 하며, 학습된 전공지식을 종합적으로 활용하고 비판, 응용하여 학문 연구나 직업 활동 등의 진로 탐구에 도움이 될 수 있도록 학생 창작형 캡스톤 디자인을 기반으로 하는 제품 디자인 및 금형 연계 프로세스를 전개하였다. 선행 연구를 통해 추출된 4단계의 프로세스와 디자인 프로세스를 결합하여 창의적 디자인 프로세스를 도출하였다. 본 연구자가 제안한 캡스톤 디자인 프로세스는 Fig. 2와 같다. 과제설정-문제 발견-문제 해결-제품 및 금형 디자인-결과물 발표 및 성찰의 5단계이다.

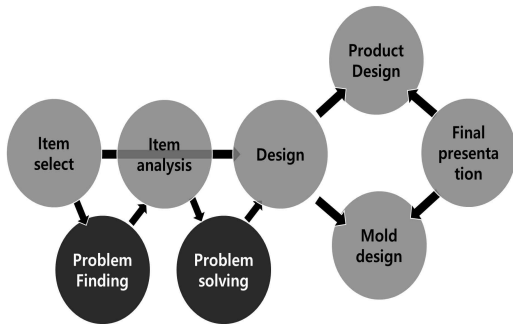


Fig. 2 Capstone design process for mold department

본 연구를 통해 추출된 프로세스를 적용한 상세 교육과정은 Table 3과 같다. 첫 번째 단계에서는 디자인 씽킹(Design Thinking process) 프로세스인 문제를 찾고 해결하는 방법을 차용하였다. 제품 및 사회적인 문제를 찾아내어 제품 아이템을 선택, 브레인스토밍을 통해 창의적 아이디어를 통한 문제 해결 방법을 도출하고 이를 체크리스트와 트리즈 방법론을 사용하여 아이디어를 수렴 및 분석하여 제품 콘셉트를 도출하였다. 이 콘셉트를 통해 스케치와 모델링을 통해 아이디어를 표현하는 방법 및 제품 디자인을 경험하고 기술적인 문제를 해결, 생산방법 분석을 통한 금형 설계과정을 경험하도록 하였다. 이 프로세스를 경험하면서 학생들은 제품의 디자인과 금형과의 관계를 파악하고 금형 설계에서의 문제점을 발견 및 해결함으로써 창의적 설계를 경험하는 데 교육의 목적을 두었다.

Table 3 Detail process of Capstone design

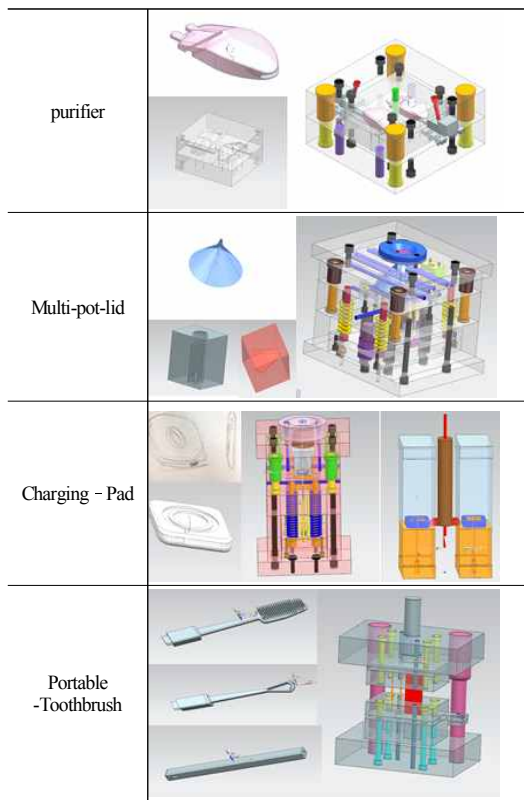
Weeks	Process	Detail process & activity	
1	Orientation	orientation	-Understanding the project
2	Goal setting	-Item selection -Team Building	-Item selection -Team Building -Project Planning
3	Concept development	-finding problem	-Brainstorming
4		-Finding Solution	-Checklist -TRIZ
5	Functional design	-Research	-Market Research -Technology Research
6		-Structural analysis	-Quality function deployment
7	Product concept	-Idea sketch	-Hand Sketch
8		-Hand Rendering	-Hand Rendering
9	Product design	-3D Modeling	-UG NX -3D CAD
10			
11	Producing analysis	-Production Plan	-Material Research -Production Method research
12	Mold design plan	-Item selection for mold design	-Product Structural analysis
13	Mold design	-Mold design	UG NX Cimatron
14			
15	Final presentation	-Presentation	ppt

3.2. 제품 및 금형 연계 프로세스 적용

본 연구자는 Table 3의 프로세스를 통해서 한 학기 15주를 기준으로 주간 학부 학생들과 산업체 진형 주말 학부생에게 진행하였으며 팀별 프로젝트를 진행하였고 중간 기말 프로세스 점검 및 결승 발표를 통해 진행되었다. 1학기 동안 제품 및 금형 디자인을 연계한 캡스톤 디자인 수업을 진행한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4 Result of Capstone design

Item	Product Design & Mold Design	
Multi-Concentric plug		
Mouse+Ari		



4. 학습성 평가 및 분석

본 연구에서의 학습성 평가는 한국 공학 교육 인증원(ABEEK)의 KEC2005 인증기준 12가지 ‘프로그램 학습성과 및 평가’를 기초로 하였다. 수업의 수행 방식 및 학습 성과에 대한 수업을 받은 학생 주간 (17명) 주말반 (18명) 총 40명의 만족도 조사를 수행하였다.

평가 항목 및 수행 만족도 결과는 Table 5와 같다. 전체적인 수업 만족도는 평균 4.05점으로 높게 나타났다. 수행과정에 대한 만족도는 평균 4.08점으로 팀 과정에 대한 만족도가 다소 높게 나타났다. 수업 방식에 대한 만족도의 경우 평균 4.03점으로 이론식 수업과 비교 항목에서 가장 높게 나타났으며 학업 성취나 전공 흥미에 대한 항목이 다소 높게 나타났다. 학습 성과에 대한 항목에서는 4.06점으로 창의성에 대한 고취 항목, 팀워크 활동에 대한 항목에서 높게 나타났다. 제품디자인과 금형 디자인의 연계과정으로 공학적 지식의 연계 부분과 전공지식 적용에 대한 항목에서 상대적으로 낮은 점수를 나

타냈다. 이는 특정 전공의 지식을 수업에 적용한 것이 아니라 제품 개발 전 단계를 경험함으로써 나타나는 이유로 사료된다. 이 수업은 금형공학과에서 처음으로 시행되었으며, 제품 디자인에 대한 이해와 디자인 프로세스에 대한 경험이 전무한 상태에서 이루어져 이러한 부분에 대한 커리큘럼의 보강 후 진행한 후의 결과 값을 알아볼 필요가 있다.

Table 5 Evaluation of curriculum

Category	Contents	Rating
Satisfaction of Capstone Design Process	Role sharing, and collaboration in the team	4.11
	Team communication	4.05
	Regular meeting time	4.11
	Contribution	4.05
		4.08
A Study on the Satisfaction of Capstone Design Classes	Classroom Satisfaction	4.05
	Comparison with theoretical classes	4.23
	Academic achievement	4.05
	Knowledge of my major. Help.	3.88
	Interest in a major	4.05
	Vision of the future	3.93
		4.03
Satisfaction on the Learning Performance of Capstone Design	Analytical Thinking	4.05
	Engineering Knowledge Application	3.88
	Encourage creativity	4.23
	Practical application capability	3.93
	Teamwork Cultivation	4.23
		4.06

5. 결론

본 연구는 제4차 산업혁명은 창의와 융합이라는 큰 틀 안에서 실무능력을 향상함으로써 통합형 인재를 요구함에 따라 캡스톤 디자인 교수과정을 기본으로 하며 문제 해결 중심 방법론을 바탕으로 하는 창의적 문제 해결 능력 배양을 목적으로 개발하였다. 제품 디자인 및 금형 연계 교육과정은 제품 생산 프로세스의 중심이 되는 제품디자인과 금형 설계의 연계과정으로 디자인을 통해 창의적 해결 방법을 찾아내고 실제적인 생산 프로세스를 경험함으로써 제품에 대한 이해를 금형 설계에 적용하였다. 본 교육과정은 과제설정- 문제 발견- 문제 해결- 제품 및 금형 디자인- 결과물 발표의 5단계를 중심으로 세부 교육과정을 15주로 설계하였다. 또한, 팀 프로젝트로 2명에서 3명의 팀원이 각자의 역할을 나누고 아이디어를 공유하면서 진행되었다. 본 교육과정을 한 학기 진행하고 학습성 평가를 진행하여 교육과정의 효과를 검증한 결과 팀 중심 과정

에서 의사소통 및 팀 내 균형을 맞추는 것에 좋은 평가를 얻었으며 창의성 및 성취도에서 높은 평가 점수를 보였다. 반면 전공지식에 대한 이해나 전공에 대한 흥미, 미래에 대한 시각의 확장 등에서는 다소 낮은 점수를 보여 산학 협력 등 전공지식의 확장을 돕는 현장에서 필요로 하는 전공 능력 교육방법의 확장을 통해 개선점을 찾을 수 있을 거라 사료된다. 본 연구는 본 연구자가 교육 현장에서 필요성을 인지하고 그에 따른 교육과정을 개발한 학기 동안 진행한 것으로 일반화시키기에는 한계점을 내포하고 있으나 공학 교육에서의 캡스톤 교육은 각 학과의 성격에 맞춰진 융합 교육에 의한 교육과정 및 커리큘럼을 필요로 함으로 진행된 연구임에 그 의미가 있다 하겠다.

참고문헌

- 1) C.D. Kang(2003), "Education and Culture History of Korea", Book Publishing Moonumsa. 2003.
- 2) J. Y. Song, "Development of the Evaluation System for Visual Design Outcomes through Capstone Design Course for college", Doctoral Dissertation, Bukyung university, 2017.
- 3) J. Y. Lee, J. Y. Lee, J. P. Kim, "Seoul National University's Senior Capstone Program Research Report", Seoul National University Press, 2006.
- 4) H. W. Lee, S.H. Kim, K. Park. J. Y. Kim, "A Study on the Assessment of Program Outcomes Based on Capstone Design Course", Journal of engineering education research, v.13 no.6, pp. 143-151, 2010.
- 5) S. W. Lee, "Interdisciplinary Capstone Design education", Proceedings of the KSME 2010 Autumn annual Meeting, pp. 4524-4527, 2010.
- 6) J. Y. Song, S. H. Kim, "Study on Competency Education through Capstone Design in the Junior College for the Visual Design Major", International JOURNAL OF CONTENTS, v.16 no.6, pp. 183-192, 2016.

- 7) S. H. Park, J. Y. Jung, Y. H. Rue, "Development of Instructional Activity Support Model for Capstone Design to Creative Engineering Education", The Korean Society Fisheries And Sciences Education, vol.2 no.2, pp.184-200, 2008.
- 8) C. B. Shin, O. S. Kweon, "A Case Study: Application of Capstone Design to Design Education Program - Focused on Interaction Design Subject", vol.14 no.1, pp. 33-42, 2014.
- 9) T. S. Lee, Y. J. Jeon, D. W. Lee, B. C. Jang, "Present Situation and Student Satisfaction of Engineering Capstone Design Course in Engineering Colleges of Korea", Engineering education research, vol.2 no.2, pp.36-50, 2009.

저자 소개

김 경 아(Kyung a. Kim)

[정회원]



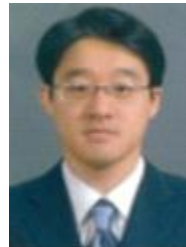
- 2015년 3월: 홍익대학교 제품디자인 전공/디자인·공예학과(미술학박사)
- 2015년 11월~2019년 2월: 켄디자인 (주) 디자인부서, 과장
- 2019년 3월~현재: 국립공주대학교 금형설계공학과, 조교수

< 관심분야 >

제품디자인, Additive Manufacturing(3D printing), 사출성형

한 성 렬 (Seong-Ryeol Han)

[정회원]



- 2007년 02월: 부경대학교 기계공학과(공학박사)
- 2014년 3월~현재: 국립 공주대학교 금형설계공학과 부교수

< 관심분야 >

사출성형 및 금형, CAE