

## 지능형 로봇 분야 디자인씽킹 기반 산업체 연계형 비교과 캡스톤 디자인 개발 사례 연구

황 윤 자\*

단국대학교 공과대학 공학교육혁신센터 연구전담조교수

### Case Study: Industry-Inclusive Capstone Design in Intelligent Robotics Using Design Thinking

Yunja Hwang\*

Assistant Professor, Center for Innovative Engineering Education, Dankook University, Gyeong-gi 16890, Korea

#### [요 약]

본 연구의 목적은 4차산업혁명 시대에 인공지능(AI) 기술의 발전에 따라 빠르게 진화하고 있는 지능형 로봇 분야의 창의적 문제 해결, 융합능력, 협업 능력을 키울 수 있는 디자인씽킹 기반 산업체 연계형 비교과 캡스톤 디자인 프로그램을 개발하는 데 있다. 이를 위해 지능형 로봇, 디자인씽킹, 캡스톤 디자인 등에 대한 문헌 및 선행연구를 바탕으로 지능형 로봇 산업체 전문가 3명, 교육 전문가 3명의 검토를 통해 타당성을 확인하고 비교과 프로그램을 개발하였다. 이에 대한 만족도 및 역량 향상도 설문 결과, 전반적으로 긍정적으로 나타났다. 이는 실제 지능형 로봇 분야 캡스톤 디자인 교과목이나 신기술 융합 교육과정을 설계, 개발, 운영하는 데 기초 가이드가 될 수 있을 것을 기대한다.

#### [Abstract]

This study aims to develop an industrial participatory extracurricular capstone design program based on design thinking that can improve creative problem solving, convergence ability, and collaboration ability in intelligent robots, leveraging artificial intelligence (AI) technology in the era of the 4th Industrial Revolution. Thus far, based on literature and previous research on intelligent robots, design thinking, and capstone design, an extracurricular program was developed by confirming its feasibility through expert review by five intelligent robot experts and three education experts. As a result of the survey, satisfaction and competency improvement were generally positive. This study will serve as a basic guide for designing, developing, and operating a capstone design course in the actual intelligent robot field or a curriculum converging with related new technologies.

**색인어** : 지능형 로봇, 캡스톤 디자인, 디자인씽킹, 비교과 프로그램, 산업체 연계형

**Keyword** : Intelligent Robots, Capstone Design, Design Thinking, Extracurricular Program, Industry-Academic Cooperation

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.8.2291>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 16 July 2024; Revised 05 August 2024

Accepted 09 August 2024

\*Corresponding Author, Yunja Hwang

Tel: +82-31-8005-3758

E-mail: yjhwang@dankook.ac.kr

## I. 서론

4차 산업혁명 시대의 본격화, 디지털 전환 가속화 등에 따라 첨단 분야를 중심으로 산업구조 재편, 일자리 형태가 변화하고 있다[1]. 산업통상자원[2] 자료에 의하면, 2028년까지 지능형 로봇, XR(AR, VR), 차세대 디스플레이, 차세대 반도체 등 4대 신기술 분야 인력 수요는 급증하고 있으나 인력 공급은 전반적으로 부족하여 미스매치가 심각하며 기존 대학별 인재양성 시스템을 통한 신기술 인재 양성에는 역부족인 상황이다.

특히, 4차산업혁명 시대에 인공지능(AI) 기술의 발전에 힘입어 빠르게 진화하고 있는 분야가 바로 지능형 로봇이다[3]. 로봇 분야에 4차산업혁명 신기술 AI, 5G 등과 접목이 되면서 로봇에 대한 활용 분야가 급속도로 확대되고 있으며 HW, SW, 콘텐츠, 서비스 등이 융합되는 종합 산업으로서의 기술적, 경제적 사회적으로 파급되는 기대 효과가 크다[4]. 지능형 로봇은 과거에는 산업용이 대부분이었으나 가정, 복지, 교육, 의료, 국방, 오락, 사회안전, 해양 등 점차 그 범위가 더욱 확대되고 있으며 자율주행차(드론), 협업 로봇, 물류 로봇, 스포츠 시뮬레이터 로봇 등 다양한 로봇이 등장하고 있다[5].

정부는 지능형로봇산업육성을 위한 정책으로 5년마다 「지능형로봇기본계획」을 수립하여 계속 추진하고 있다[2],[3]. 정부는 신기술에 대한 다양한 인재양성 정책의 하나로 지능형 로봇 첨단분야 혁신융합대학사업(교육부), 로봇-지능화의 지능형 로봇 분야로 창의융합형공학인재양성지원사업(산업통상자원부) 등을 진행하고 있다[6],[7].

4차산업혁명 또는 디지털 전환으로 더 가속화되고 있는 시점에 대학교육의 수월성과 고급인재의 육성을 위한 전략적인 접근이 중요하다. 따라서 대학은 실무에서 필요로 하는 인재양성을 위한 캡스톤 디자인을 운영하고 있으며 무엇보다 산업체와의 연계 교육을 중요시하고 있다[8]. 캡스톤 디자인을 통해 학생들은 대학에서 배운 지식, 경험 등을 바탕으로 산업체가 요구하는 결과물을 팀 프로젝트 기반으로 하여 설계, 기획, 제작을 해 보면서 문제를 해결해 나가는 과정을 통해 실무 역량을 키울 수 있다[9].

따라서 4차산업혁명 시대에 대응하여 산업 패러다임의 변화와 차세대 공학교육 혁신을 위해서는 신기술 지능형 로봇 분야에서도 미래 사회를 선도적으로 개척해 나아갈 수 있는 현장에 대한 이해, 창의적 문제해결, 융합 능력, 협업 능력을 가진 창의·융합형 공학인재 교육[10] 등의 공학 인재 양성 프로그램이 필요하다. 지능형 로봇 산업의 발전과 육성과 관련 분야의 실무형 인재를 키울 수 있는 관련 기술·산업의 융복합에 따른 대학 교육과정이 개발될 필요가 있다고 하였다[2].

본 연구를 통해 신기술 지능형 로봇 분야의 이해와 실무 역량을 키워 나갈 수 있는 산업체 연계형 캡스톤 디자인 프로그램을 개발, 운영하고 그에 대한 프로그램 만족도, 역량 향상도, 개방형 질문의 설문조사 분석을 통해 실제 교육 현장에서 지능형 로봇 분야의 캡스톤 디자인 교과목을 개발 시 적용할 수 있는 방안을 모색해 보고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 2-1 지능형 로봇

지능형 로봇이란 외부 환경을 인식(Perception)하고, 스스로의 상황을 판단(Cognition)하여, 자율적으로 동작(Manipulation)하는 자율적인 동작(Mobility & Manipulation)을 할 수 있는 로봇을 말한다[11]. 최근에는 지능형 로봇이 교육, 의료, 국방, 농업, 해양 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며 융복합화를 통해 더욱 지능화된 서비스를 제공하고 있다[4],[11].

국외에서는 지능형 로봇에 대한 다양한 정책을 시도, 진행하고 있다. 미국은 4차산업혁명에 대응하는 협동 로봇 관련 다부처 협력 연구 및 STEM 교육지원, 산·학·단체 간 파트너쉽 기반 참여 유도 인력양성 추진을 하고 있으며 EU는 산학연 연계 활성화 및 로봇교육 훈련 프로그램 기획 및 지원을, 일본은 로봇혁명 실행 핵심 인재 양성을 위해서 초중등 교육과 로봇 융합 교육과정을 신규 개발·운영하는 등 다양한 노력을 하고 있다[2],[5]. 국내에서도 지능형 로봇 기본계획과 함께 관련된 다양한 인재 육성 교육을 진행하고 있다[2]. 하지만 여전히 지능형 로봇 신기술 인력양성 및 보급에 있어 산업의 트렌드에 부합하는 교육이 부족하며, 산업현장 수요와 괴리된 인력 양성 체계 답습하고 있다. 이를 극복하기 위해 로봇 기술의 융복합성, 무형식교육, 경험학습 등을 반영한 교육과정이 필요하다[2].

따라서 본 연구는 지능형 로봇 분야 산업체와 연계하여 캡스톤 디자인 비교과 프로그램을 개발 사례를 통해 실질적인 지능형 로봇 분야 산학연계형 캡스톤 디자인 교과목에 대한 적용 가능성을 살펴보고자 한다.

### 2-2 디자인씽킹 방법론

최근 다양한 분야에서 활용되고 있는 디자인씽킹 방법론은 문제에 대한 접근을 ‘공감’을 통해 해결하는 방식으로, 팀 동료들과 창의적 사고 역량과 의사소통 역량을 경험할 수 있게 한다[12]. 디자인씽킹은 각국의 상황에 맞게 변형되어 활용되고 있는데, 스탠포드 대학 모형의 디자인씽킹 절차는 5 단계로 구성된다. 첫 번째 단계는 공감하기(Empathize)로, 실제 사용자를 공감한다. 두 번째 단계는 사용자의 경험과 발견된 사실을 성찰하여 문제를 정의(Define)한다. 세 번째 단계는 문제 해결을 위한 아이디어선(개념화)(Ideate)이고, 네 번째 단계는 프로토타입 제작과 실행(Prototyping)이다. 마지막 단계는 테스트(Testing)를 통해 새로운 경험을 획득하는 과정으로 이어진다.[13],[14].

디자인씽킹 방법론은 새로운 세대를 살아가는 세대들에게 필요한 역량을 함양시켜 나가는데 주요한 방법론이 될 수 있을 것으로 기대하고 있으며 대학 교육 혁신을 위한 대안으로 제시되고 있다[14]. 국내 대학 교육에서도 창의적인 인재 양

성을 위한 혁신적인 방법론 중에 하나로 디자인씽킹 방법론을 활용하고 있다[13],[14].

### 2-3 산업체 연계형 캡스톤 디자인

캡스톤 디자인은 실무 현장에서 경쟁력 있는 제품을 기획, 설계, 제작할 수 있는 창의적이고 종합적인 능력을 키워 나갈 수 있는 ‘창의적 종합설계’를 말한다[10]. 캡스톤 디자인은 학생들이 팀을 구성하여 각자의 역할을 수행하면서 협업 능력 배양과 문제해결 능력 향상, 개발 과정에서의 문서화 작업 및 발표를 통한 의사전달능력 향상, 공학 분야에서는 설계능력 강화를 통한 실무능력을 향상시키는 장점이 있다[14],[16]-[18].

일반적인 캡스톤 디자인은 대학에서 배운 전공과 관련된 지식과 경험을 바탕으로 실제 산업현장 혹은 사회가 요구하는 결과물을 기획, 설계, 제작해 볼 수 있는 과정이었으나 최근에는 다양한 전공이 팀을 구성하여 운영하는 다학제 캡스톤 디자인, 산업체의 요구에 부합하는 주제나 문제점을 분석하고 해결하는 과정 중에서 기업체의 멘토링 혹은 컨설팅 등을 제공하는 형태로 운영되는 산학연계형 캡스톤 디자인 등 다양한 유형의 캡스톤 디자인이 대학교육에서는 개발, 운영되고 있다[18].

특히 산업체 연계형 캡스톤 디자인은 관련 산업 분야에서 필요로 하는 전문인력 양성을 위해 산업체와 협력하는 형태로 지도교수 및 산업체와 함께 교육과정을 개발하고 운영한다. 산업체 연계형 캡스톤 디자인의 장점은 산업체와의 협업을 통해 현실적인 결과물을 도출하는 데 도움이 되고 본인들의 작품이 산업현장에서도 응용될 수 있다는 자신감을 가질 수 있다[19],[20]. 산업체 연계형 캡스톤 디자인의 선행연구를 살펴보면, 대부분 정보통신공학, 전자공학 등 캡스톤 디자인 교과목 개발 사례[21], 디지털 헬스케어 분야의 캡스톤 디자인개발 사례[14] 등 학과 중심으로 운영되고 있다. 아직까지 신기술 지능형 로봇 분야에 창의적 인재 양성을 위한 방법론으로 각광받고 있는 디자인씽킹 방법론을 적용한 산업체 연계형 캡스톤 디자인을 적용한 관련된 연구는 미비한 편이다. 오랜 시간의 집중적인 작업을 통해 결과물을 기획, 설계, 제작해야하는 캡스톤 디자인이기 때문에 먼저, 본 연구에서는 비교과 교육과정으로 개발 운영하고, 이를 정규 교과목 적용할 방향을 모색해 보고자 하였다.

## III. 연구 방법

### 3-1 연구 대상

본 프로그램은 자발적으로 팀을 구성하여 총 17명(5팀)의 학생이 참여하였다. 프로그램에 참여한 17명의 인구통계학적 정보는 다음과 같다. 전공별로는 기계공학과 11명(64.7%),

전자·전기학부 5명(29.4%), 소프트웨어학과 1명(0.1%)이 참여하였다. 학년별로는 4학년 9명(52.9%), 3학년 5명(41.1%), 2학년 2명(11.7%)인 것으로 나타났다.

### 3-2 연구 절차

연구의 절차는 지능형 로봇, 산업체 연계형 캡스톤 디자인 등의 문헌과 선행연구를 살펴보고 실제 만족도 및 역량 향상도, 개방형 질문의 설문조사를 통해 산업체 연계형 디자인 프로그램 개발 운영 사례를 가지고 실제 교과 적용 가능성을 탐색해 보았다. 지능형 로봇 분야 전문가인 산업체 3명, 지능형 로봇 분야 비교과 프로그램을 운영 경험이 있는 교육 전문가 3명 등 6명의 전문가와 함께 프로그램의 전체적인 방향과 내용, 교육 시간 등을 논의하여 기획하고 개발하였다.

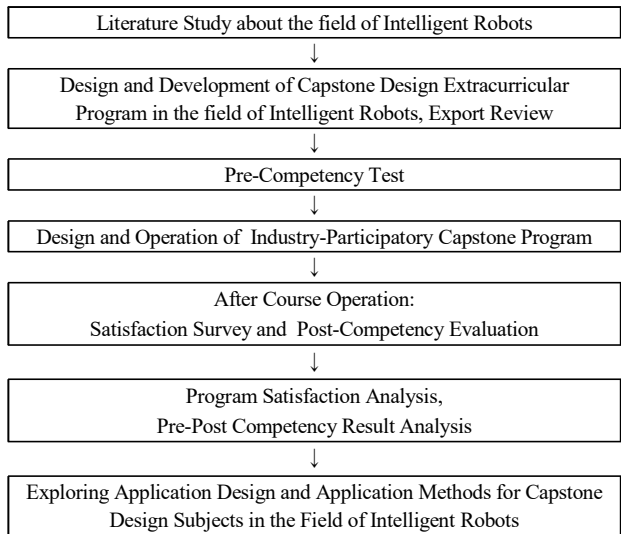


그림 1. 연구 절차

Fig. 1. Research procedures

### 3-3 연구 도구

지능형 로봇 분야 프로그램 결과에 대한 설문조사는 만족도 조사와 관련 역량 향상도에 대한 문항으로 구성하여 진행하였다. 만족도 조사는 4가지 문항(내용 만족도, 팀프로젝트 도움, 교가사 만족도)으로 5점 척도로 측정하였다. 또한, 개방형 설문을 실시하였다. 개방형 설문은 ‘본 프로그램이 얼마나 도움이 되었는가?(강의, 산업체 컨설팅, 디자인씽킹, 시제품 제작 등)’, ‘프로그램이 가장 도움이 된 것은 무엇인가?’, ‘본 프로그램에서 가장 만족스럽지 않은 부분은 있었는가?’, ‘본 프로그램에서 개선 혹은 추가되어야 할 부분은 무엇인가?’로 총 4가지 문항으로 구성하였다. 각 개방된 설문 결과는 여러 번 읽으며 관련된 어구가 나올 때마다 메모하고 코드를 적어 분석하였다.

본 연구에서 지능형 로봇 분야 디자인씽킹 방법론을 적용

하여 산업체 연계형 캡스톤 디자인의 역량 향상도를 확인하기 위해 사용된 역량 문항은 D대학교 공학교육혁신센터에서 2차 전문가 델파이를 통해 문항의 타당성 평가로, 내용 타당도(Content Validity Ratio)를 적용하여 평균 4.0 이상, CVR 기준값 .60 이상으로 총 14문항으로 구성하였다. 4가지 역량(신기술 지능형로봇 분야 기초지식 4문항, 신기술 지능형 로봇 분야 전문지식, 공학적 가치창출), 문제해결역량(호기심 및 몰입, 문제발견 능력, 아이디어 발상능력, 정교화 및 실행 능력) 4문항, 협력·헌신역량(정서적 유대, 협업, 중재) 3문항, 자기주도역량(열정, 도전정신, 문제지향 계획 및 실행능력) 3 문항으로 구성하였다. 프로그램 진행 전에 사전 설문을 실시하였고, 프로그램을 진행한 후 사후 설문을 진행하여 분석하였다.

#### IV. 지능형 로봇 분야 디자인씽킹을 적용한 산업체 연계형 캡스톤디자인 비교과 프로그램 개발 및 운영

##### 4-1 프로그램 개발 개요

지능형 로봇 분야 디자인씽킹을 적용한 비교과 캡스톤 디자인 프로그램은 산업체 전문가 및 교육 전문가와 함께 프로그램을 기획하고 개발하였다. 프로그램은 지능형 로봇 분야 신기술 융합 사례 교육, 디자인씽킹 교육, 산업체 컨설팅, 특허 교육, 창업 교육을 통해 지능형 로봇 분야를 반영한 팀별 시제품 제작할 수 있도록 2023년 하계방학 동안(2023.07.10-2023.08.31) 총 45시간 동안 프로그램을 운영하였다. 학생팀은 2~4명으로 구성하였으며, 단일 학과보다는 다 학제 융합팀으로 구성할 수 있도록 하였다. 지능형 로봇 분야의 주제를 선택하고 시제품을 제작하였다. 최종적으로 시연과 발표를 실시하였다. 지능형 로봇 분야 산업체 연계형 캡스톤 디자인 비교과 프로그램 개요는 표 1과 같다.

##### 1) 산업체 및 교육 전문가와 프로그램 기획 및 개발

먼저 지능형 로봇 분야 디자인씽킹을 적용한 캡스톤 디자인 비교과 프로그램을 개발하기 위해 지능형 로봇 분야 산업체 전문가(대표) 3명, 교육 전문가 3명과 함께 프로그램을 기획하고 개발하였다.

##### 2) 오리엔테이션 및 지능형 로봇 분야 신기술 사례 교육

오리엔테이션에서는 프로그램에 대한 전체적인 일정 및 프로그램 내용을 안내하고 팀별로 규칙을 정하여 팀별 프로젝트에 대해 적극적으로 임할 수 있도록 하였다. 학생들이 지능형 로봇에 대해 잘 이해할 수 있도록 지능형 로봇 개념, 다양한 국내외 지능형 로봇 분야 사례를 산업체가 프로그램을 진행하였다.

표 1. 지능형 로봇 분야 산업체 연계형 캡스톤 디자인 비교과 프로그램 개요

Table 1. Lecture content and method of industry-participatory capstone design extracurricular program in intelligent robotics

No.	Contents	Hr	Method & outputs
0	Program Plan	2	Final program plan
1	Orientation and Team Topic Presentation	3	Lectures and Team Presentations, Ground Rule
2	Case Study on Convergence in the field of Intelligent Robots	3	-
4	Design Thinking Education	6	Empathy Map, Journey Map, Problem Definition 'POV', Idea Sketch, Low-level Prototyping
5	Utilization of Robots and understanding of ROS	5	Lecture, Practice Case
6	Production of Intelligent Robot using ROS (Robot Control in Virtual Environment)	5	Lecture, Practice Case
7	Production of Intelligent Robot using ROS (Mobile Robot Production and Navigation)	5	Lecture, Practice Case
8	Mid-term Team Presentations, Team Consulting Prototype Production support Guidance and Team Activities	3	Mid Term Presentations, Consulting, Industry Consulting Report
9	Entrepreneurship Education: Assignment Mission	3	Practice Case
10	Team Project	3	Team activity
11	Patent Education and Patent Consulting	2	Lecture and Consulting
12	Team Project	3	Team Activity Report
13	Team Industry Consulting	3	Industry Consulting Report
14	Team Project	3	Team Activity Report
15	Final Report and Presentation	3	Final presentation Report

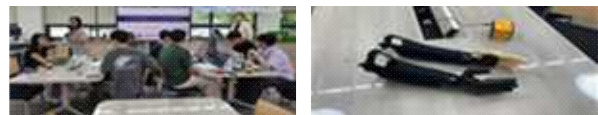
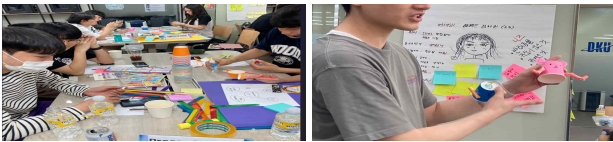


그림 2. 오리엔테이션 및 지능형 로봇 분야 신기술 사례 교육  
Fig. 2. Orientation and education on cases in the field of intelligent robots

**3) 공감있는 주제 도출을 위한 디자인씽킹 교육**

디자인씽킹 교육에서는 디자인씽킹에 대한 개념 설명하고 자신의 지능형 로봇 분야의 최초 설계 아이디어를 도출해 보고 팀별 주제에 대해 공감하기, 페르소나 만들기 및 가상 인터뷰를 통한 공감을 통한 문제정의, 기존 아이디어 참조, 발상의 전환, 합리적 유추 등을 통한 아이디어 만들기, 스토리텔링, 광고 만들기 등 다양한 프로토타입 기법을 활용한 제품 프로토타입 만들기, 팀별 테스트 및 피드백 공유하고 피드백을 기반으로 팀별로 아이디어를 재설계를 진행하였다. 특히 사전에 학생들에게 팀 주제에 대한 실제적 경험, 관찰 과제를 수행할 수 있게 하여 디자인씽킹에서 공감단계에서 연결하여 페르소나와 가상 인터뷰를 통한 문제정의의 할 수 있도록 하였다. 지능형 로봇 분야에서 디자인씽킹 교육을 통해 학생들은 창의적이고 공감할 수 있는 주제인지에 대해 생각하여 재설계해 봄으로써 인간 중심의 발상으로 사회의 새로운 가치를 제공[15]할 수 있을 것이다.



\*These results are the result of design thinking by Korean students, so Korean is included.

**그림 3. 디자인씽킹 교육**  
**Fig. 3. Design thinking education**

**4) ROS 활용 지능형 로봇 제작 교육**

지능형 로봇 분야 시제품 제작을 위해 ROS 활용 지능형 로봇 제작 교육으로 ‘로봇의 활용 및 ROS(Robot Operating System) 이해’, ‘가상환경에서 로봇제어’, ‘이동형 로봇 제작과 내비게이션’로 구성되어 3일간 실시하였다.

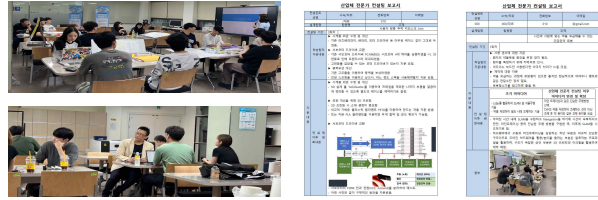


\*These results are Korean student assignments, so Korean is included.

**그림 4. ROS 지능형 로봇 교육**  
**Fig. 4. ROS intelligent robot education**

**5) 산업체 맞춤형 컨설팅 및 팀 시제품 제작 지원**

팀별로 중간발표를 진행하고 산업체 컨설팅 통해 기존의 아이디어를 구체화하고 완성된 시제품 제작을 유도할 수 있게 하였다. 컨설팅 보고서에서는 기존의 아이디어 변경 혹은 확장 결과를 작성할 수 있게 하여 학생들의 결과물을 향상시킬 수 있었다. 또한 학생들에게 시제품 제작을 지원하였다.

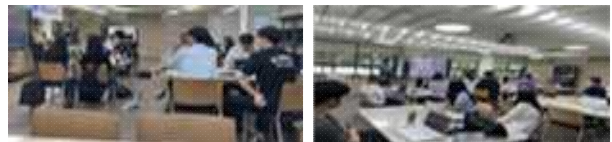


\*These results are Korean student assignments, so Korean is included.

**그림 5. 산업체 맞춤형 컨설팅 및 보고서 작성**  
**Fig. 5. Industry consulting and report**

**6) 특허 교육 및 지능형 로봇 분야 창업 교육**

팀프로젝트에 대한 지식재산 창출을 위해 변리사 특허 교육으로 특허권의 중요성, 특허 요건, 특허 출원 방법, 발명의 발상제안, 발명을 위한 선행연구 기술 활용, 팀별 주제 선행특허자료 등의 교육과 특허 맞춤형 컨설팅을 제공하였다. 또한, 학생들의 결과물에 대한 성과확산을 위해 관련 창업 사례, 창업지원 사업, 클라우드 펀딩, 창업 조건 등의 창업 교육을 실시하였다.



**그림 6. 특허교육 및 창업교육**  
**Fig. 6. Patent education and entrepreneurship education**

**7) 팀별 최종 발표 및 피드백**

지능형 로봇 분야 사례 교육, 디자인씽킹 교육, 특허 교육, 산업체 컨설팅을 통해 팀별 주제에 대한 시제품 제작을 하고 최종적으로 팀발표 및 시연을 진행하였다. 최종 발표는 ‘시간과 사람에게 맞는 약을 보급해 줄 수 있는 건강관리 로봇’, ‘ROS를 이용한 운전자 시선주적 경보장치 개발’, ‘시각장애인 물품구매 로봇’, ‘호버링 드론 우산’, ‘놀이 감성 자율주행로봇’ 주제로 결과물을 발표하였다. 산업체 3명이 참석하여 최종적으로 팀별 피드백을 제공하였다.



**그림 7. 팀별 최종 발표 및 결과물 시연**  
**Fig. 7. Team final presentation and demonstration of results**

4-2 지능형 로봇 분야 캡스톤디자인 비교과 프로그램 설문조사 결과

1) 만족도 조사 결과

프로그램에 대한 만족도 설문 결과, 내용 콘텐츠 만족도 4.3점, 팀프로젝트 도움 정도 4.3점, 강사/산업체 컨설팅 만족도 4.3점이었으며 전체 평균은 4.3점으로 나타났다.

표 2. 프로그램 만족도

Table 2. Satisfaction with the program

Categories	Contents satisfaction	Team project	Instructor satisfaction	Total average
Average	4.3	4.3	4.3	4.3

2) 역량향상도 설문 결과

또한, 단순 사전과 사후 역량 향상도를 설문으로 비교해 본 결과, 평균 3.7점에서 프로그램 진행한 후, 사후 역량 결과 평균이 4.8점으로 대폭 상승하였다. 특히, 지능형 로봇 분야 공학전문역량은 3.4점에서 4.8점으로 1.4점이 향상되었으며 문제해결역량은 3.6점에서 4.7점으로 1.1점이 향상되었다. 그 외 팀관련 협력·헌신역량은 1.0점, 자기주도적역량은 0.9점이 상승하였다. 즉 지능형 로봇 분야의 전문역량, 문제해결역량, 협력에 관련된 역량 향상도를 통해 개발된 비교과 프로그램이 캡스톤 디자인 교과목으로서 적용해 볼 수 있는 가능성이 있다고 볼 수 있다.

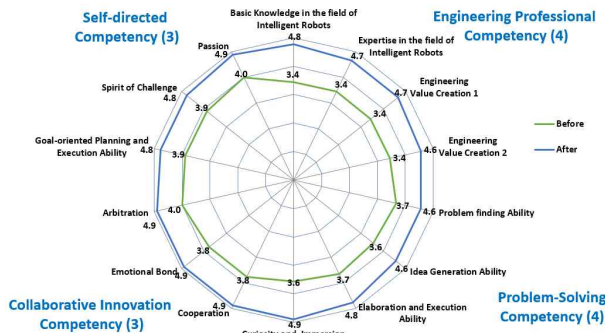


그림 8. 사전-사후 역량 향상도 결과  
Fig. 8. Results of pre-post competency improvement

3) 개방형 설문조사 결과 분석

프로그램의 참여 과정에 대한 양적인 만족도 조사를 보완하기 위해 개방형 설문을 통한 질적 분석을 실시하였다. 개방형 설문은 본 프로그램에 대한 효과적이었던 부분, 불만족 부분, 향후 개선이 필요한 부분, 추가적으로 필요한 부분으로 문항을 구성하여 설문을 실시하고 이를 분석하였다. 개방형 설문에서 설문 결과는 다음과 같다.

첫째, 학생들은 프로그램이 효과적인 부분이 디자인씽킹 과정을 통해서 자신들이 관심있어 하는 지능형 로봇 분야의

아이디어를 프로토타입 제작을 통해 구현해 볼 수 있다는 점에 대해 만족감을 나타냈다.

학생 1: “디자인씽킹을 통해 관심있는 지능형 로봇과 아이디어 정하는 데 큰 도움이 되었습니다.”

학생 4: “디자인씽킹을 통해서 아이디어 도출을 하고 완성해 나가는 데 정말 많은 도움이 되었고…….”

학생 10: “최종적으로 시제품을 완성되기 전에 아이디어를 먼저 프로토타입을 구현해 볼 수 있어서 좋았습니다.”

학생 11: “특히 제품을 만드는 목적이 명확히 되었으며 디자인씽킹을 통해 다양한 관점에서 문제를 바라보고, 사용자 중심의 해결책을 도출할 수 있게 되었습니다. 이를 통해 더욱 완성도 높은 프로젝트 결과물을 만들어낼 수 있었습니다.”

둘째, 학생들은 디자인씽킹 과정을 통해 팀 주제에 대해 다시 한번 생각해 봄으로써 아이디어를 재설계하여 혁신적인 해결책을 마련할 수 있었던 것에 만족감을 나타냈다.

학생 5: “디자인씽킹은 팀 활동에서 다양한 아이디어를 도출하고 이를 구체화하는 과정에서 팀원들이 함께 협력하여 혁신적인 해결책을 마련할 수 있었습니다.”

학생 10: “(디자인씽킹 과정을 통해) 팀 주제에 대해 다시 한번 생각해 봄으로써 아이디어를 재설계할 수 있는 기회가 있어서 좋았습니다”

또한, 디자인씽킹 과정을 통해 지능형 로봇 분야의 주제에 대한 문제해결에 대한 접근 방식을 배울 수 있었으면 창의성을 발휘하는 데 도움이 되었다는 의견도 있었다.

학생 5: “디자인씽킹은 정한 주제에 대해 문제가 발생한다면, 문제 해결에 대한 접근 방식을 배우고 창의성을 발휘하는 데 큰 도움이 됐습니다.”

셋째, 학생들은 산업체 전문가 컨설팅이 실제 산업현장에서 활용되는 기술과 트렌드를 배우고 프로젝트의 완성도를 높이고 실용적인 조언을 받을 수 있다는 점이 좋았다고 긍정적으로 언급하였다.

학생 1: “산업체 컨설팅을 통하여 실제 작품을 제작할 때의 실제 현장에 맞는 작품의 방향성을 설정할 수 있었고…….”

학생 3: “직접 산업체분들이 컨설팅을 해주셔서 제작 과정 중 막혔던 부분에서 조언을 구할 수 있었습니다. 좀 더 완성도 있는 작품을 만들 수 있었습니다.”

학생 5: “정한 주제에 대해 세부적인 방향과 사용하는 부품 등에 대해 어려움을 겪을 시, 산업체 컨설팅으로 실제 산업현장에서 요구되는 기술과 지식을 직접 배울 수 있었습니다. 전문가의 피드백을 통해 프로젝트의 완성도

를 높이고 실용적인 조언을 받을 수 있어 매우 유익했습니다.

학생 11: “산업체 컨설팅은 매우 실질적인 도움을 주었습니다. 전문가들의 피드백과 조언을 통해 현실 세계에서 적용 가능성을 높일 수 있었습니다. 또한, 현재 산업의 트렌드와 요구 사항을 직접 들을 수 있어서, 프로젝트 방향을 설정하는 데 큰 도움이 되었습니다.”

학생 12: “지능형 로봇 분야 강사님을 초청해 주셔서 교육도 받고 특히, 창업을 하신 분들의 조언으로 아이디어를 현실적으로 만들어 볼 수 있었습니다.”

넷째, 본 프로그램을 통해 학생들은 캡스톤 디자인으로 팀 프로젝트를 통해 팀원들과 협력적으로 완성도 있는 작품을 이끌어 낼 수 있었다는 점에서 만족감을 나타냈다.

학생 1: “지원금을 통하여 실제 작품을 디자인하고 제작하는데 있어 부담이 적었고, 팀원들과 함께 프로젝트를 진행하는 것이 도움을 주었다고 생각합니다.”

학생 6: “가장 도움이 되었던 것은 팀 프로젝트를 통해 얻은 협업 경험입니다. 다양한 배경과 기술을 가진 팀원들과 함께 작업하면서 협업의 중요성을 배우고, 서로의 강점을 활용하여 프로젝트를 성공적으로 완수할 수 있었습니다.”

학생 7: “협력하는 데 도움이 많이 되었습니다.”

다섯째, 좀 더 다양한 로봇 실습 교육, 전문가(산업체) 참여, 더 많은 시간 제공 등 추가적으로 제공하기를 원하였다.

학생 1: “로봇 ROS 관련하여 프로그램이 있었는데, 한 가지 주제 이외에도 다양한 주제를 다룰 수 있으면 좋을 것 같습니다. 이론적인 교육뿐만 아니라 더 많은 실습 기회를 제공하면 좋을 것 같습니다.”

학생 2: “생각보다 최종 작품을 만드는 데까지 걸리는 시간이 촉박하여 시간이 더 넉넉하게 주어졌으면 좋을 것 같습니다.”

학생 4: “전문가와 함께 더 많은 시간을 보내고 시제품을 제작을 하면 좋을 것 같습니다.”

학생 5: “키트를 다양화하여 여러 가지 방식을 겪어보면 좋을 것 같습니다.”

학생 11: “프로젝트 진행 중 자원과 시간이 제한적이었던 부분입니다. 다양한 시도를 해보고 싶었으나, 제한된 자원과 시간으로 인해 충분히 깊이 있는 연구를 하지 못한 점이 아쉬웠습니다.”

## V. 결 론

본 연구는 지능형 로봇 분야의 이해와 실무 역량을 키워 나갈 수 있는 산학협력형 캡스톤 디자인 프로그램을 개발하여

운영하였다. 주요 결과 및 그에 대한 시사점은 다음과 같다.

첫째, 본 비교과 캡스톤 디자인 프로그램의 설문조사 결과, 만족도는 4.3. 이상으로 나타났다. 교육 콘텐츠, 팀프로젝트, 강사/산업체 컨설팅에 대한 만족도가 모두 4.3. 이상으로 지능형 로봇 분야의 산업체 전문가와 협업하여 산업체와의 협업능력을 배양할 수 있는 캡스톤 디자인 프로그램으로 총 45 시간으로 교과목 3학점으로 적용 가능성을 살펴볼 수 있었다.

둘째, 역량에 대해 단순 사전과 사후로 향상도 설문조사를 실시한 결과, 지능형 로봇의 공학전문역량(3.5점->4.8점), 문제해결역량(3.6점->4.7점), 협력·혁신역량(3.8점->4.9점), 자기주도적역량(3.9점->4.8점)이 향상된 것으로 나타났다. 또한, 캡스톤 디자인은 팀 프로젝트 내 팀 구성에서 시제품 제작까지 팀원들 간의 공감능력이 프로젝트의 중요한 매개체 역할을 한다[12]. 디자인씽킹 방법론을 통해 팀원 간의 상호 이해와 신뢰가 해결되는 원동력으로 보고되었다[22]. 즉, 디자인씽킹 기반 지능형 로봇 분야 산학협력형 비교과 캡스톤 디자인 프로그램이 공학적인 전문역량, 창의적인 문제해결역량, 협력능력 역량을 키울 수 있었다.

셋째, 프로그램 내 디자인씽킹 방법론이 지능형 로봇 분야에 관심있어 하는 주제를 좀 더 명확화하고 아이디어를 프로토타입 제작을 통해 구현해 볼 수 있다는 점, 팀원들이 함께 협력하여 혁신적인 해결책을 마련하는 것에 대해 만족감을 나타냈다. 본 연구에서도 공학계열 학생들이 디자인씽킹 방법론의 공감-문제정의-아이디어선-프로토타입-테스트 과정을 통해 학생들이 계획한 아이디어를 시제품으로 제작해 보는 일련의 경험에 대해 만족스러워하는 것을 확인하였다[13]. 지능형 로봇 분야 캡스톤 디자인의 만족도를 높이는 데는 디자인씽킹 방법론을 활용할 필요가 있다.

넷째, 산업체 강의 및 컨설팅은 학생들의 시제품을 제작하는 과정에 실제 산업현장에서 요구되는 기술과 지식을 직접적으로 조언 받아 프로젝트의 완성도를 높일 수 있었다. 지능형 로봇 분야의 산업체 협력형 캡스톤 디자인을 통해 학생들이 산업현장과 유사한 결과물을 완성하도록 유도하고 이를 현장에서 응용할 수 있는 자신감을 키울 수 있도록 관련 산업체와의 협력을 지속적으로 유도할 필요가 있다. 실제 산업체와 협력하여 교육과정을 기획, 개발하며 운영에서도 적극적으로 산업체가 참여할 수 있는 기회를 제공해야 한다.

마지막으로 본 프로그램에서 추가적으로 필요한 부분과 애로사항에 대해 다양한 로봇 실습 교육, 더 많은 시간을 요청하였다. 교과는 비교과 프로그램 보다 시간적으로 제약이 있으므로 학생들에게 지능형 로봇 관련 실습 자료를 추가적으로 제공해 주거나 온라인 콘텐츠 제공 등을 통해 학생들이 원하는 지능형 로봇 분야의 다양한 교육을 보충해 나갈 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 메이커스페이스 제공 등을 통해 팀 프로젝트 실습, 팀활동을 추가적으로 할 수 있는 물리적인 환경 제공도 고려할 필요가 있다.

본 연구는 지능형 로봇 분야에 산업체 전문가와 함께 디자인씽킹 기반 캡스톤 디자인 프로그램을 기획, 개발 및 운영함

으로써 학생들에게 창의적이고 공감할 수 있는 지능형 로봇 분야 주제에 대해 고민하고 재설계 볼 수 있는 좋은 기회를 제공할 수 있을 것이다. 즉, 실제 지능형 로봇 분야의 창의적이고 실무적인 인재를 키울 수 있는 캡스톤 디자인 교과목을 설계, 개발, 운영에 가이드를 제공할 수 있을 것이다. 또한, 최근에는 전공과 상관없이 신기술 분야의 교육과정을 이수할 수 있는 첨단분야 혁신융합대학 등에서 융합형 교과목 개발 및 운영에 필요한 기초자료를 제공할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 지능형 로봇 분야 디자인씽킹 기반으로 한 산업체 연계형 비교과 캡스톤 디자인을 개발하였다. 추후에는 실제 캡스톤 디자인 교과목에 이를 적용하고, 통계적으로 유의한 대응표본 t검증 등을 실시함으로써 교육적 효과를 깊이 있게 확인하고 검증할 필요가 있다.

## 참고문헌

- [1] National Research Foundation of Korea. Basic Plan for Innovation Sharing University Project to Nurture New Digital Technology Talent [Internet]. Available: [https://www.nrf.re.kr/biz/notice/view?menu\\_no=362&page=&nts\\_no=151757&biz\\_no=495&target=&biz\\_not\\_gubn=guide&search\\_type=N](https://www.nrf.re.kr/biz/notice/view?menu_no=362&page=&nts_no=151757&biz_no=495&target=&biz_not_gubn=guide&search_type=N).
- [2] B. J. Min, 2022 Intelligent Robot Industry Technology Human Resources Outlook Report, Korea Institute for Advancement of Technology, Seoul, Research Report, October 2023.
- [3] Related Ministries Jointly. The 4th Intelligent Robot Basic Plan for Realizing the K-Robot Economy (2024-2028) [Internet]. Available: <https://eiec.kdi.re.kr/policy/callDownload.do?num=247119&filenum=2&dtim=20240121104657>.
- [4] Related Ministries Jointly. The 3rd Intelligent Robot Basic Plan for Realizing the K-Robot Economy (2024-2028) [Internet]. Available: <https://www.motie.go.kr/attach/download/c26df36c4f964b1523b31be51e734922/8b86c2f6d172de3d3c984f8237e78fdf>.
- [5] Ministry of SMEs and Startups. Small and Medium Business Strategic Technology Roadmap 2024~2026 「Intelligent Robot」 [Internet]. Available: <https://www.data.go.kr/data/15100150/fileData.do>.
- [6] National Research Foundation of Korea. Basic Business Plan for Convergence and Open Sharing System Project (Draft) [Internet]. Available: [https://www.nrf.re.kr/biz/notice/view?menu\\_no=44&nts\\_no=195342](https://www.nrf.re.kr/biz/notice/view?menu_no=44&nts_no=195342).
- [7] Ministry of Trade, Industry and Energy. 2022 Creative Convergence Engineering Talent Training Support Project Implementation Plan [Internet]. Available: [https://www.kiat.or.kr/front/board/boardContentsView.do?contents\\_id=94e55015f72d4d3796a59324f82fa1ff](https://www.kiat.or.kr/front/board/boardContentsView.do?contents_id=94e55015f72d4d3796a59324f82fa1ff).
- [8] W.-W. Huh, “A Case Study on Industry-Academic Capstone Design Program,” *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 11, No. 6, pp. 119-125, June 2020. <https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.6.119>
- [9] S.-S. Yoon, “Analysis of Application Cases and Performance of Multidisciplinary Convergence Capstone Design Based On Industry-Academic Cooperation,” *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 21, No. 6, pp. 639-652, June 2021. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2021.21.06.639>
- [10] C. Moon, “The Capstone Design Education Program by Collaborative Development of Engineering, Design University Students,” *Journal of Product Research*, Vol. 38, No. 5, pp. 25-34, October 2020. <http://dx.doi.org/10.36345/kacst.2020.38.5.004>
- [11] Korea Innovation Foundation. Promising Ground Issue Report: Intelligent Robot [Internet]. Available: <https://www.innopolis.or.kr/fileDownload?titleId=178600&fileId=1&fileDownType=C&paramMenuId=MENU0099>.
- [12] S. H. Lee and H. K. Jung, “Analysis of the Effects of Capstone Design Class Utilizing the Design Thinking Technique of Class Satisfaction of College Students,” *Journal of Technologic Dentistry*, Vol. 42, No. 4, pp. 394-401, December 2020. <https://doi.org/10.14347/jtd.2020.42.4.394>
- [13] E. Chon and Y. Hwang, “Development and Effectiveness Analysis of Extra-Curricula Activities Utilizing 3D Printing Based on Design Thinking for Engineering College Students,” *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 20, No. 12, pp. 2407-2416, December 2019. <https://doi.org/10.9728/dcs.2019.20.12.2407>
- [14] Y. Hwang and H. Jung, “Exploring How to Apply Curriculum-Type Capstone Design Based on Design Thinking in the Digital Healthcare Field,” *Journal of Practical Engineering Education*, Vol. 13, No. 2, pp. 261-270, August 2021. <https://doi.org/10.14702/JPEE.2021.1.261>
- [15] H. Oh and J. Kim, “3-Tier Capstone Design: SW Development Capstone Design Case Study,” *Journal of Creative Information Culture*, Vol. 6, No. 3, pp. 199-207, December 2020. <https://doi.org/10.32823/jcic.6.3.202012.199>
- [16] S.-J. Kang, “A Study on Application of Capstone Design Method to Chinese Translation Class,” *The Journal of Chinese Cultural Studies*, No. 43, pp. 75-100, February 2019. <https://doi.org/10.18212/cccs.2019..43.004>
- [17] H. J. Kim, “The Suggestion of Industry-University



Cooperative Capstone Design Program Case and the Design of Course Evaluation System in University Curriculum -Focusing on the Case of Developing Family-Type Lifestyle Fashion Product Using Digital Textile Printing-," *Journal of Basic Design & Art*, Vol. 18, No. 2, pp. 125-142, April 2017.

- [18] Y. W. Sur and H. A. Sim, "Development and Effectiveness Analysis of Global Capstone Design Program for Students Majoring in Visual Design," *Journal of Basic Design & Art*, Vol. 17, No. 2, pp. 183-194, April 2016.
- [19] Y.-W. Yoo, "A Case Study on the Creative Convergence Capstone Design Education," in *Proceedings of 2017 KIID Summer Conference*, Seocheon, pp. 59-62, June 2017.
- [20] C. B. Shin and O. S. Kweon, "A Case Study: Application of Capstone Design to Design Education Program -Focused on Interaction Design Subject-," *Journal of Digital Design*, Vol. 14, No. 1, pp. 33-42, January 2024. <https://doi.org/10.17280/jdd.2014.14.1.004>
- [21] B. Jung, "Case Study on Industry-Academia Cooperation Capstone Design: Focusing on Information and Communication Engineering," *Journal of Practical Engineering Education*, Vol. 15, No. 1, pp. 45-51, April 2023. <https://doi.org/10.14702/JPEE.2023.045>
- [22] D. Lee, J. Yoon, and S.-J. Kang, "The Suggestion of Design Thinking Process and Its Feasibility Study for Fostering Group Creativity of Elementary-Secondary School Students in Science Education," *Journal of the Korean Association for Science Education*, Vol. 35, No. 1, pp. 443-453, June 2015. <https://doi.org/10.14697/jkase.2015.35.3.0443>



**황윤자(Yunja Hwnag)**

2003년 : 한양대학교 컴퓨터교육  
(교육학석사)

2013년 : 한양대학교 교육공학과  
(교육학박사)

2012년~2013년: 한양대학교 글로벌교육협력연구소 책임연구원  
2014년~현 재: 단국대학교 공학교육혁신센터 연구전담조교수  
※관심분야 : HCI, UDL, 공학교육, 융합교육, XR교육 등