

# 해양로봇 활용의 역량중심 메이커 및 설계 교육 사례 연구

김현식

동명대학교 기계공학부 교수

## Case Study on Competency-based Maker and Design Education using Marine Robot

Kim, Hyun-Sik

Professor, School of Mechanical Engineering, Tongmyong University

### ABSTRACT

Recently, the need of the future education in youth and university is rapidly increasing according to 4th industrial revolution. However, the maker and design education as a kind of youth and university future education has the following problems: it is implemented as an interesting convergence education including software education, it is managed by integrating youth and university competencies, it is composed in the form of blended class of consilient subject and nonsubject, it requires considering satisfaction in competency measurement and management, it is connected with entering school and getting job. To solve these problems, a case study on competency-based maker and design education using marine robot, which is based on the process-based learning method, integrated competency of youth and university, blended-type curriculum in terms of online and offline, is executed. To verify the competency-based maker and design education, the satisfaction survey in subject and nonsubject is performed. Study results show the example of the marine robot-based maker and design education and the need for additional study.

**Keywords:** Maker and design education, Competency-based learning, Marine robot

## 1. 서 론

최근에는 컴퓨터 기술을 바탕으로 사물과 사물, 사물과 인간, 인간과 인간, 물리세계와 가상세계가 연결되는 초연결(hyper connectivity)적 융합산업의 발달을 예고하고 있는 4차 산업혁명에 따른 미래직업과 관련하여 미래교육(조상식, 2016)에 대한 요구가 급속히 증가하고 있다. 이러한 요구를 효과적으로 충족하기 위한 접근으로서 미래교육의 방향에 대한 연구(이영희 외, 2018)가 다양하게 시도되고 있는데, 공학교육의 관점에서는 소프트웨어 교육의 의무화를 반영한 소프트웨어 교육을 포함하는 융합교육이 미래교육의 대표적인 방향이 될 수 있다.

미래교육의 구체화를 위해서는 우선적으로 목표 및 요소를 정의하여야 하는데, 학생들이 국가 및 글로벌 사회의 주체로서 각자의 역량(competency)을 발휘하여 행복을 추구하고 사회에 기여하며 살아가도록 역량을 키워주는 것이 미래교육의 목표가 될 수 있다. 그리고 변화하는 사회 속에서 다양한 스펙트

럼을 갖는 학생들에게 올바른 역량을 키워주기 위해서 공학, 인문학, 사회과학, 자연과학 등을 아우르는 통섭(consilience)적 교과 및 비교과 구성에 있어서 교과를 잘 정비하고 교과의 부족한 부분을 비교과가 보완해 줄 수 있도록 하며, 이와 관련된 것들을 측정 및 관리하며, 그 결과들이 진학 및 취업에 반영되도록 하는 것이 미래교육의 요소들이 될 수 있다(김현식, 2020).

앞서 언급한 미래교육의 방향, 목표, 요소를 반영하여 교육 현장에 적용이 가능한 청소년 및 대학 미래교육의 형태로서는 각각 메이커(maker) 교육 및 설계(design) 교육이 적합해 보인다. 교육의 목표 및 연속성 관점에서 청소년 교육은 대학 교육과 연결되어야 하는데, 메이커 교육은 설계 교육과 맥락을 같이 하므로 그 연결이 매우 용이하다. 그런데, 이들 교육은 활동형 오프라인(offline) 수업을 위주로 진행되므로 학생들의 만족도가 높은 편이나 최근의 코로나 상황에 따른 비대면형 온라인(online) 수업에 대한 요구와 관련하여 학생들의 만족도 저하 문제가 발생하고 있다. 이와 관련해서 온라인 및 오프라인 수업이 효과적으로 결합된 교육과정 및 교재 개발이 시급해 보인다. 또한 교육공학적 측면에서 역량을 제대로 개발하려면 난이도를 높여 주어야 하므로 학생들의 많은 노력이 필요하며 이

Received March 2, 2021; Revised March 16, 2021

Accepted March 17, 2021

† Corresponding Author: hyunskim@tu.ac.kr

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

경우에는 만족도가 높지 않을 수 있으므로 학생들의 역량 측정 및 관리에 있어서는 만족도와 역량을 동시에 고려해야 한다(김현식, 2020).

요약하면, 청소년 및 대학 미래교육으로서의 메이커 및 설계 교육은 다음의 문제점들을 가지고 있다. 첫째, 소프트웨어 교육을 포함하되 상대적으로 높은 융합교육의 난이도를 고려하여 흥미유발형 융합교육이 구현되어야 한다. 둘째, 청소년 및 대학생 역량을 통합하여 관리하여야 한다. 셋째, 통섭적 교과 및 비교과를 온라인 및 오프라인 관점에서 블렌디드(blended) 수업 형태로 구성하여야 한다. 넷째, 역량 측정 및 관리에 있어서 만족도를 동시에 고려하여야 한다. 마지막으로, 진학 및 취업과의 연결성을 보유하여야 한다.

본 연구에서는 청소년 및 대학 미래교육으로서의 메이커 및 설계 교육의 문제점들을 해결하기 위한 노력으로서 국내 청소년 및 대학생들에게 흥미로우면서도 적합한 메이커 및 설계 교육과정을 개발 및 적용한 사례 제시를 통하여 모델 구축의 기반을 마련하고자 한다.

## II. 이론적 배경

청소년 및 대학 미래교육으로서의 메이커 및 설계 교육의 문제점들을 살펴보면, 융합교육, 흥미유발 교육, 역량중심 교육, 블렌디드 교육 등이 주요 키워드들이며, 이와 관련된 대표적인 사례들은 다음과 같다.

청소년 대상의 융합교육의 사례로서, 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양하기 위하여 교육과정에 STEAM(Science Technology Engineering Arts Mathematics) 교육이 강화되고, 학습내용을 역량 위주로 재구조화시키는 정부 정책을 반영한 바(김정아 외, 2011)가 있다.

대학생 대상의 블렌디드 교육 사례로서, 소프트웨어 분야 교육에 메이커 교육과 블렌디드 러닝을 접목한 교육과정을 개발한 후 과정 전반에 걸쳐 온라인 교육과 오프라인 교육을 혼용하여 운영하였다. 온라인에서는 주로 기초 소양 반복교육을 진행하고, 오프라인에서는 집중 실기 실습 및 프로젝트 개발을 진행하였다(임다미, 2019).

그리고, 메이커 역량 모델 개발 사례로서, 메이커 교육의 본질 및 속성을 탐색하기 위하여 중요사건기법 분석과 행동사건면접 분석을 통해 메이커들이 지니고 있는 핵심 역량을 추출하였고, 이를 바탕으로 메이커 역량 모델을 개발하였는데, 역량군 및 하위 역량을 추출하였다(윤지현 외, 2018).

이 사례들을 살펴보면 앞서 언급한 주요 키워드들을 부분

적으로 반영하고 있음을 알 수 있는데, 주요 키워드들을 전체적으로 반영한 사례로서 본 연구의 선행연구는 다음과 같다.

해양로봇 기반의 창의융합형 미래교육(김현식, 2020)에서는 해양로봇 코딩을 포함하는 메이커교육 사례를 제시하고, 대학생 역량 사례를 제시하고, 오프라인 교과 및 비교과 교육과정을 소개하고, 비교과 만족도 조사결과를 제시하고, 대학 진학 및 기업/연구소 취업 사례를 언급하였다. 하지만 청소년 및 대학 미래교육 사례로서의 메이커 및 설계 교육의 문제점들을 요약하여 정의하지 못했고, 소프트웨어 교육을 포함한 융합교육 구현이 부족했으며, 청소년 역량 사례를 제시하지 못했고, 블렌디드 교육과정 사례를 제시하지 못했고, 교과 및 비교과 만족도 조사결과를 통합하여 제시하지 못했다.

## III. 연구방법

### 1. 연구절차

본 연구에서는 해양로봇 활용의 역량중심 메이커 및 설계 교육 사례 구축과 관련하여 연구대상을 정한 후, 프로세스 중심 학습법을 도입하고, 통합 역량을 제시하였으며, 시범적인 블렌디드 수업을 포함하는 융합 교육과정을 구성한 후 만족도 조사 결과 분석을 실시하였다.

즉, 선행연구에서의 문제를 다시 해결하기 위해서 본 연구에서는 청소년 및 대학 미래교육으로서의 메이커 및 설계 교육의 문제점들을 서론에서 요약한 바와 같이 정의한 후 프로세스 중심 학습법 도입의 필요성을 언급하고, 청소년 역량 사례를 추가적으로 제시한 후 대학생 역량 및 기타 역량을 통합하여 통합(integrated) 역량을 제시하고, 시범적인 블렌디드 수업을 포함하는 융합 교육과정으로서의 해양로봇아카데미(Marine Robot Academy, MRA) 교육과정을 구체화하여 제시하고, 기존(김현식, 2020)의 비교과 만족도 조사결과를 도표화한 후 교과 만족도 조사결과를 추가하였다.

소프트웨어 교육을 포함한 융합교육 구현을 위해서 본 연구에서는 시스템공학적 접근을 시도하였다. 우선적으로 브레인스토밍을 실시하였는데, 미래교육 및 시스템의 3요소인 사람(people), 기술(technology), 프로세스(process)를 핵심 키워드들로 시작하였다. 그 결과는 Fig. 1과 같은데, 거의 모든 사각형이 본 연구의 내용과 관련이 있지만 볼드(bold) 처리된 사각형은 본 연구의 내용과 직접적으로 관련된다. 나아가, 이 브레인스토밍 결과들은 향후의 미래교육 구체화 연구에 대한 가이드라인이 될 수 있을 것으로 기대한다.

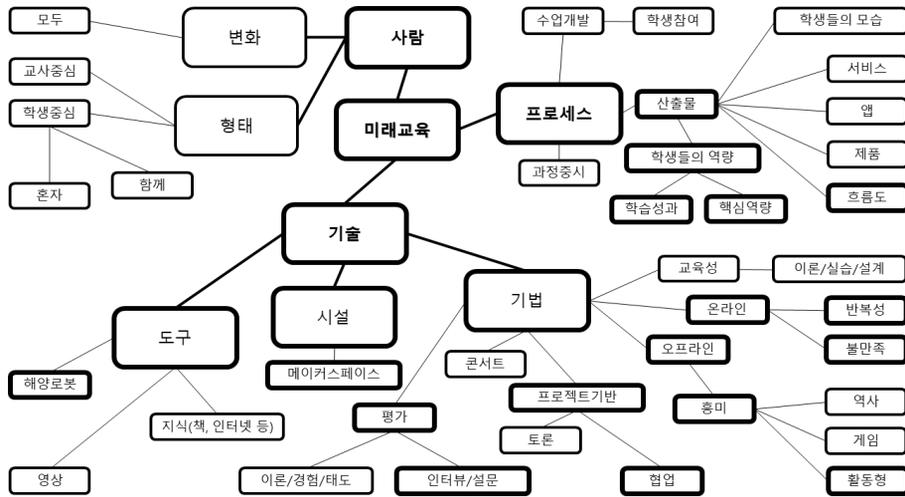


Fig. 1 Brainstorming of future education

## 2. 연구대상

본 연구의 타당성을 확보하기 위하여 D 대학교 연구소에 의해서 교과 및 비교과 형태로 진행된 MRA 프로그램에 참가한 청소년 및 대학생을 설문 대상으로 하였다.

해당 프로그램의 교육과정은 기초(basic), 응용(applied), 심화(intensive), 글로벌(global) 과정으로 분류되는데, 본 연구에서는 분류된 교육과정에 대해서 공식적인 데이터의 확보가 가능한 기간으로 한정하였다. 기초 과정의 경우는 2015~2020년이며, 나머지 과정의 경우는 2020년이다. 총 대상 인원은 1,790명인데, 과정별 대상, 인원, 연계기관은 Table 1과 같으며, 만족도 조사 항목은 Table 2와 같다.

과정별 참가자 유형은 다음과 같다. 기초 과정의 경우는 교육부(꿈길, GGOOMGIL)을 통한 초등학교, 중학교 및 고등학교이고, 응용 과정의 경우는 코딩캠프 과정의 초등학교, 중학교 및 고등학교, 단기 과정의 대학생, 공학계 여학생의 중도탈락 요인에 관한 연구(윤종태 외, 2014)를 토대로 만들어진 엘리트 멤버십 과정의 여대생이다. 심화 과정의 경우는 Sheppard et al.(1997)가 강조한 대학교 1학년 설계 교육 사례와 맥락을 같이하는 기초공학설계 과정의 신입생이고, 글로벌 과정의 경우는 산업체 및 연구소를 멘토로 하는 글로벌역량 과정의 대학생 및 대학원생이다. 이를 살펴보면 전주기형 접근임을 알 수 있다.

만족도 조사 항목과 관련하여, 기초 과정의 경우는 매우만족/만족/보통/불만족/매우불만족의 5점 척도로 단순하게 구성되어 있고, 기타 과정의 경우는 다음의 표와 같이 5개 항목에 대해서 매우그렇다/그렇다/보통이다/그렇지않다/매우그렇지않다의 100점 척도로 구성되어 있다. 교과와 비교과 조항에 해당되는 경우만을 고려하였다.

Table 1 Summary of satisfaction survey

과정명	세부과정명	대상	인원	연계기관
기초	-	초등학교/중학교	1,634	교육부
응용	코딩캠프	초등학교/중학교	14	진로교육지원센터
	단기	대학생	34	공학교육혁신센터
	엘리트멤버십	여대생	17	WISET사업단
심화	-	신입생	13	분반A(중간)
			25	분반A(기말)
			11	분반B(중간)
			27	분반B(기말)
글로벌	-	대학생/대학원생	15	공학교육혁신센터

Table 2 Items for satisfaction survey

연번	항목	비교과	교과
1	목적 및 주제가 적절하였다	○	-
2	내용이 학습에 도움이 될 것 같다	○	-
3	나의 능력향상에 도움이 될 것 같다	○	○
4	다른 사람에게 이 프로그램을 추천하고 싶다	○	-
5	전반적으로 이번 프로그램에 만족하였다	○	○

## IV. 연구결과

### 1. 프로세스 중심 학습법 도입

디자인 사고과정이 대학생 창의성 개발에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인(변현정, 2015)되었듯이, 메이커 및 설계 교육에서는 학생들이 문제를 정의하고 해결하기 위해서 요구사항 분석(requirement analysis), 기능 분석(functional analysis), 설계, 제작(manufacturing), 시험평가(test and evaluation) 등의

Table 3 Design requirement

요건	내용
Open-ended problem 취급	- 잘 정의되어 있지 않은 문제 - 답이 하나 이상 존재하는 문제 - 접근 방법에 따라 다양한 해가 존재하는 문제
Teamwork 능력 배양	- 2~5명으로 팀구성
Communication skill 배양	- 발표와 토론 - 기술문서 작성 - 발표자료 작성
설계 구성요소와 현실적 제한조건 취급	- 설계 구성 요소 : 목표설정, 분석, 합성, 제작, 시험, 평가 - 현실적 제한 조건 : 산업표준, 경제성, 윤리성, 안정성, 미학, 환경, 정치/사회

프로세스를 수행하는 과정에서 창의적이고 융합적 능력이 요구되고 개발된다. 이러한 문제 해결 프로세스는 대학 공학교육의 인증기관인 한국공학교육인증원(공인원, ABEEK)이 제시한 설계 교과목 운영지침과 관련이 있는 설계요건(design requirement) 중 설계구성요소에 해당한다. Table 3은 설계요건을 요약한 내용인데, 설계구성요소가 포함되어 있음을 보여준다.

일반적으로 프로세스의 수행 여부는 프로세스별 산출물을 통해서 확인 가능한데, 소프트웨어 교육의 관점에서는 설계 프로세스의 소프트웨어 산출물인 흐름도(flowchart)를 통해서 확인 가능해 보인다. 왜냐하면, 흐름도를 통해 요구사항 및 기능 분석 프로세스의 수행을 측정 및 평가할 수 있고, 피드백을 통해 이후의 프로세스 수행 및 소프트웨어 능력향상을 기대할 수 있기 때문이다. 이를 증명하듯이, 지역청소년 정보영재 수업과정에서 학생들로 하여금 흐름도를 작성하게 하였을 때, 자질에 비해 그 능력이 부족함이 확인되었고, 이후 교육을 통해 그 작성이 가능한 시점에서는 흐름도의 측정, 평가 및 피드백을 통해 소프트웨어적 사고력의 향상이 가능함을 확인하였다. 또한, 흐름도의 문서화를 통한 의사소통 및 팀원 간의 협업에도 매우 효과적임을 확인하였다.

## 2. 통합 역량 제시

청소년 및 대학 미래교육으로서의 메이커 및 설계 교육의 문제점 해결과 관련한 노력의 하나로서, 청소년 및 대학생 역량을 통합하여 관리하기 위해서 대학생 역량 사례인 학습성과(learning outcome)에 청소년 역량 사례인 핵심역량(core competency)을 추가한 후, 기타역량을 추가하고자 한다. Table 4는 한국공학교육인증원이 제시한 설계교과목 운영지침과 관련된 학습성과를 요약한 내용이다.

Table 4 Learning outcome

학습성과	수행준거
공학기초지식	수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 공학문제 해결에 응용할 수 있는 능력
자료분석능력	데이터를 분석하고 주어진 사실이나 가설을 실험을 통하여 확인할 수 있는 능력
공학문제해결	공학문제를 정의하고 공식화할 수 있는 능력
공학도구활용	공학문제를 해결하기 위해 최신 정보, 연구 결과, 적절한 도구를 활용할 수 있는 능력
공학설계능력	현실적 제한조건을 고려하여 시스템, 요소, 공정 등을 설계할 수 있는 능력
팀워크능력	공학문제를 해결하는 프로젝트 팀의 구성원으로서 팀 성과에 기여할 수 있는 능력
의사소통능력	다양한 환경에서 효과적으로 의사소통할 수 있는 능력
공학역할이해	공학적 해결방안이 보건, 안전, 경제, 환경, 지속가능성 등에 미치는 영향을 이해할 수 있는 능력
직업윤리이해	공학인으로서의 직업윤리와 사회적 책임을 이해할 수 있는 능력
평생학습능력	기술환경 변화에 따른 자기개발의 필요성을 인식하고 지속적으로 자기주도적으로 학습할 수 있는 능력

Table 5 Core competency of youth activity

핵심역량	정의
비판적 사고	새로운 관점으로 문제를 바라보고, 주제와 원칙에 따라 배움으로 연결하는 능력
의사소통	생각과 질문, 아이디어와 해결방법을 공유하는데 필요한 소통 능력
협업	하나의 공동 목표를 향해 여러 명의 재능, 전문지식을 합치는 능력
창의력	혁신하고 발명하는 것처럼 기존의 것을 새로운 방식으로 접근하는 능력
사회정서	자신과 타인의 감정을 정확하게 인식하고 자신의 불편한 감정을 조절하고, 타인과의 갈등을 긍정적으로 해결하며 좋은 관계를 맺어나가는 능력
진로개발	평생에 걸쳐 빠르게 변화하는 직업 환경에 유연하게 적응하고, 개인의 흥미와 적성을 바탕으로 다른 사람과 차별화되는 독특성을 개발하여 자기 주도적 및 창의적으로 자신의 진로를 개척·설계·실행하는데 필요한 능력

그리고 Table 5는 청소년 활동교육의 대표기관인 한국청소년활동진흥원(키와, KYWA)의 청소년 활동 핵심역량을 요약한 내용이다.

그런데, 메이커 및 설계 교육 사례(김현식, 2020)에 의하면 앞서 언급한 프로세스 중심 학습법이 가능하기 위해서는 자기 주도성이 전제되어야 하는데, 미래교육과 관련된 역량으로서 자기주도성이 강조되었다(김아영, 2014). 그리고, Hirsch et al.(2008)은 공학설계교육에 있어서 성찰을 통해 팀워크를 향상시키는 것을 강조하였는데, 여기서는 책임감이 중요함을 보여준다. 그리고 융합교육은 난이도가 높고 어려움이 존재하므로

Table 6 Integrated competency

연번	통합역량	학습성과	핵심역량	기타역량
1	공학기초지식	공학기초지식	-	-
2	자료분석능력	자료분석능력	-	-
3	공학문제해결	공학문제해결	-	-
4	공학도구활용	공학도구활용	-	-
5	공학설계능력	공학설계능력	창의력	-
6	팀워크능력	팀워크능력	협업, 사회정서	책임감
7	의사소통능력	의사소통능력	의사소통	-
8	공학역할이해	공학역할이해	-	-
9	직업윤리이해	직업윤리이해	-	-
10	평생학습능력	평생학습능력	진로개발	자기주도
11	비판적 사고	-	비판적 사고	-
12	회복력	-	-	회복력

이를 잘 극복해 내는 회복력(resilience)이 필요해 보인다(윤지현 외, 2018). Table 6은 앞서 언급한 학습성과, 핵심역량, 기타역량을 통합하여 총 12가지의 통합역량을 정의한 내용이다.

### 3. 융합 교육과정 구성

융합 교육과정을 구체화하기 위해서, 활동형 오프라인 수업으로 진행된 기존의 MRA 교육과정(김현식, 2020)을 기반으로 심화 과정에 대해서 시범적으로 블렌디드 수업을 적용하여 진행된 내용을 소개하고자 한다.

최근의 해양산업 동향인 수중건설로봇(강형주 외, 2019)을 포함하는 해양로봇은 우리나라의 지리적 특수성을 반영한 학문으로서 기계, 전기, 전자, 컴퓨터, 제어, 조선, 해양 등의 융합교육이 가능한데, 다른 로봇에 비해 관측 및 제어가 어려워서 학생 역량개발 측면에서 바람직한 난이도를 가지며 흥미를 유발하기에도 충분하다. 그런데, 국내의 경우는 시설, 인력 등의 교육적 저변이 매우 부족하다.

해양로봇을 활용한 메이커 및 설계 교육 사례를 구축하기 위한 노력의 하나로 해양로봇교육기술연구소(Research Institute of Marine Robot Education Technology, RIMRET)가 균형 교육 및 부족기술해소를 통한 해양로봇가치확산을 목표로 2013년에 설립되었고, 초소형(micro) 해양로봇(김현식 외, 2012) 및 가상(virtual) 해양로봇 개발을 토대로 해양로봇 메이커스페이스인 해양로봇관을 구축한 후 MRA, 해양로봇챌린지(Marine Robot Challenge, MRC) 등의 프로그램을 운영하고 있으며, 관련 결과물들(김현식, 2015; Man et al., 2020)도 도출하고 있다.

MRA는 공학적 성격이 강하여 학생들의 다양한 스펙트럼을 완벽히 고려하지는 못했지만, 학제적 성격으로 인해 통섭적 성격이 강하며, 메이커교육, 설계교육, 코딩교육 등을 분석한 후 지역특성을 결합한 프로그램이며, MRC는 MRA 수료자의 역량을 검증하기 위한 경진대회 프로그램이다. Fig. 2 ~ Fig. 4는 각각 MRA를 위한 메이커스페이스, 초소형 해양로봇, 가상 해양로봇을 보여준다.

Fig. 3에 보여지는 초소형 해양로봇의 특징 및 교육효과는 다음과 같다. 좌측의 초소형 수상로봇은 전방, 좌측, 우측, 아래측의 4방향 탐지가 가능한 1개의 장애물회피소나(Obstacle Avoidance Sonar, OAS)를 장착하고 있으며, 서지(surge), 요(yaw)의 2자유도 운동이 가능하도록 2개의 패들(paddle)을 장착하고 있으며, 프로그래밍의 수정 및 다운로드가 가능하다. 우측의 초소형 수중로봇은 1개의 OAS 이외에도 좌측아래, 우측아래의 2방향 탐지가 가능한 2개의 측면주사소나(Side Scan Sonar, SSS)를 장착하고 있으며, 서지, 요, 히브(heave), 피치(pitch)의 4자유도 운동이 가능하도록 1개의 스크류(screw), 1개의 제어판(control plane), 1쌍의 래크-피니언(rack and pinion), 1쌍의 피스톤(piston)을 장착하고 있으며, 프로그래밍의 수정 및 다운로드가 가능하다. 이들을 활용하면 무게, 부력, 파동, 음향, 운동, 기소(element) 등을 쉽고 재미있게 설명할 수 있다.



Fig. 2 Maker space for marine robot academy

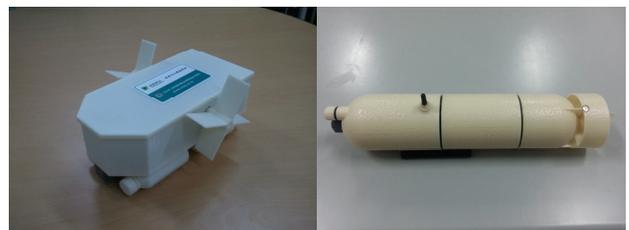


Fig. 3 Micro marine robots for marine robot academy

Fig. 4에 보여지는 초소형 가상로봇의 특징 및 교육효과는 다음과 같다. 좌측의 초소형 가상로봇은 해상상태에 따른 탐지 및 운동과 관련한 3차원 시뮬레이션이 가능하며, 우측의 초소형 가상로봇은 로봇 구성요소의 분해 및 조립과 관련한 3차원 가시화가 가능하다. 이들을 활용하면 외란에 따른 탐지/운동 특성, 선택된 구성품의 분해/조립 특성 등을 쉽고 재미있게 설명할 수 있다.

앞서 언급한 도구 및 시설을 활용하는 MRA 교육과정 중에서 기초 및 응용 과정은 비교과로서의 이론 및 실습 형태로 진행되었고, 심화 과정은 교과로서의 이론, 실습 및 설계 형태로 진행되었으며, 글로벌 과정은 비교과로서의 이론 및 설계 형태로 진행되었다. 이를 살펴보면 지식을 쌓는 이론, 지식을 토대로 경험을 쌓는 실습, 창의적 실습인 설계가 골고루 구성되어 있음을 알 수 있다.

Table 7은 기준(김현식, 2020)의 MRA 교육과정에 이론, 실습 및 설계를 명시하고, 활동형 오프라인 수업 및 비대면형 온라인 수업을 명시하여 요약한 내용이다. 심화 과정에서는 코로나 19 지침을 반영하여 오프라인의 경우에는 완화된 경우에는 오프라인 수업 형태로 진행하였고 그렇지 않은 경우에는 온라인 수업 형태로 진행하였다. 내용에 있어서는 코로나 상황과 무관하게

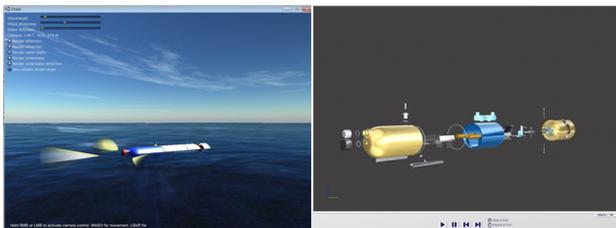


Fig. 4 Virtual marine robots for marine robot academy

Table 7 Curriculum of marine robot academy

구분	내용	과정명			
		기초 (비교과)	응용 (비교과)	심화 (교과)	글로벌 (비교과)
해양로봇 학습 (이론)	안전교육	○(off)	○(off)	○(on)	○(off)
	로봇기초	○(off)	○(off)	○(on)	○(off)
	아두이노기초	-	○(off)	○(on)	-
	코딩기초	-	○(off)	○(on)	-
해양로봇 체험 (실습)	조립	-	○(off)	○(on/off)	-
	코딩	-	○(off)	○(on/off)	-
	운동	○(off)	○(off)	○(on/off)	○(off)
해양로봇 창작 (설계)	아이디어도출	-	-	○(on)	○(off)
	아이디어점검	-	-	○(on)	○(off)
	분석	-	-	○(on)	○(off)
	종합	-	-	○(on/off)	○(off)

Table 8 Evaluation standard of intensive course

기준1 (배점)	기준2 (배점)	기준3 (배점)	기준4(역량연번)
그룹 (60)	개방형 (15)	창의성(5)	메커니즘/알고리즘 창의 구현도(5)
		현실성(5)	메커니즘/알고리즘 현실 반영도(5)
		절차(5)	분석/종합 절차 수행도(5)
	팀워크 (10)	역할(5)	구성품결과 도출도(6), 도구 활용도(4), 난관 극복도(12)
		발표(5)	내용 전달도(7), 질문 응답도(11)
	의사소통 (35)	비교표(5)	자료 분석도(2), 추가 학습도(10)
		스토밍(5)	지식 활용도(1)
		계획서(5)	문제 정의도(3), 공학역할 반영도(8), 직업윤리 반영도(9)
		흐름도(5)	지식 활용도(1)
		회의록(5)	문서화 수행도(7)
		발표물(5)	문서화 수행도(7)
		동영상(5)	자료 검증도(2)
	개인 (40)	팀워크 (30)	태도(10)
기여도(20)			동료평가 순위(11)
의사소통 (10)		적극성(10)	질문 횟수(11)

누락 없이 순차적으로 진행되도록 하여 교육의 품질이 크게 저하되지 않도록 하였고, 학생들이 선호하는 활동형 수업이 최소한으로 포함되게 하여 학생들의 만족도도 크게 저하되지 않도록 하였다. 즉, 블렌디드 형태를 통해 교육 품질 및 학생 만족도 측면에서 최적화가 가능하도록 하였다.

Table 8은 심화 과정에서 학생 역량을 측정하기 위한 평가도구로서, 특별히 발표평가와 관련된 평가기준의 루브릭(rubric)을 구체화한 후 통합역량과의 관계를 제시한 것이다. 시행 착오법(trial-and-error method)에 의해서 그룹과 개인의 비율은 6:4로 하였고, 통합역량의 올바른 평가를 위해 총 15개의 평가항목을 정의한 후 항목별 수준을 평가할 수 있도록 하였다.

이를 통하여 통합역량 측정의 기반을 마련할 수 있었고, 이는 추후의 연구를 통해 그 항목의 측정/환류 및 보완이 진행될 예정이다.

#### 4. 만족도 조사결과 분석

제시된 MRA 교육과정의 타당성 검증에 있어서 비교과 및 교과 만족도를 통합하여 제시한 결과는 다음과 같다.

기초 과정에서는 평균 4.8점 정도의 결과를 보여주는데, 대상이 경험도가 낮은 청소년임을 고려해 보면 해양로봇의 높은 난이도에도 불구하고 흥미유발적 요소에 의해서 매우 우수한 결과를 보여주고 있다. 기초 과정 이외의 만족도 조사결과를 도표화하면 Fig. 5 ~ Fig. 9와 같다.

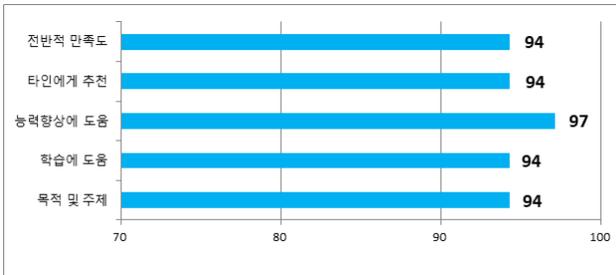


Fig. 5 Coding-camp course of marine robot academy

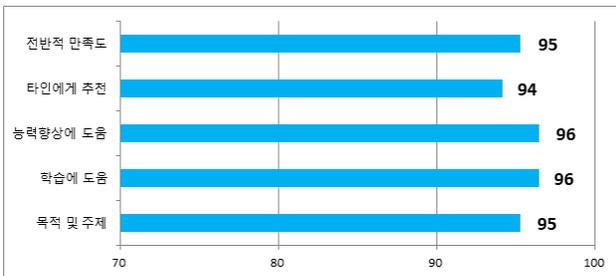


Fig. 6 Short-term course of marine robot academy

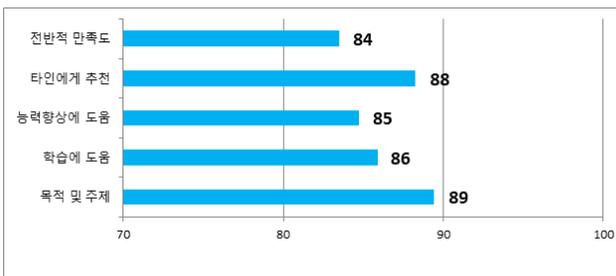


Fig. 7 Elite-membership course of marine robot academy

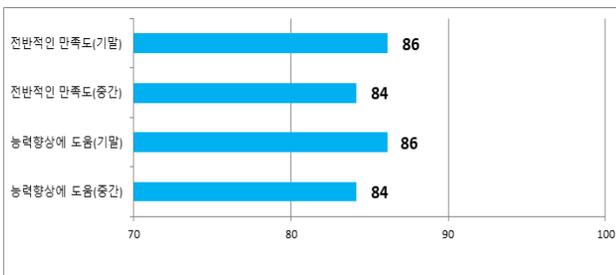


Fig. 8 Entry-level design course of marine robot academy

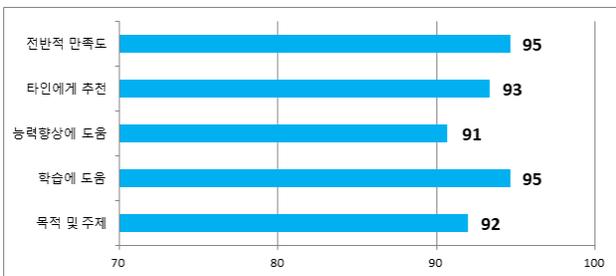


Fig. 9 Global-competency course of marine robot academy

코딩캠프 과정에서는 평균 94.6점의 결과를 보여주는데, 이 또한 대상이 경험도가 낮은 청소년임을 고려해 보면 해양로봇의 높은 난이도에도 불구하고 흥미유발적 요소에 의해서 매우 우수한 결과를 보여주고 있다. 단기 과정에서는 평균 95.2점의 결과를 보여주는데, 대상이 유사 전공의 대학생임을 고려해 보면 전공보완적 요소에 의해서 매우 우수한 결과를 보여주고 있다. 엘리트멤버십 과정에서는 평균 86.4점의 결과를 보여주는데, 대상이 다양한 전공의 여대생임을 고려해 보면 전공융합적 요소에 의해서 우수한 결과를 보여 준다. 기초공학설계 과정에서는 평균 85점의 결과를 보여주는데, 대상이 경험도가 낮은 신입생임을 고려해 보면 흥미유발적 및 전공기초적 요소에 의해서 우수한 결과를 보여 준다. 글로벌역량 과정에서는 평균 93.2점의 결과를 보여주는데, 대상이 경험도가 높은 대학생 및 대학원생임을 고려해 보면, 주기협력적 및 성과도출적 요소에 의해서 매우 우수한 결과를 보여준다.

융합 교육과정 전체의 만족도를 구하기 위해서 앞서 언급한 값들의 평균을 구하여 5점 척도로 환산해 보면 4.6점 정도가 되는데, 시범적으로 블렌디드 수업이 적용된 심화 과정의 경우에 4.25점의 결과를 보여주므로 활동형 오프라인 및 비대면형 온라인 수업을 모두 적용해도 만족도 저하 문제가 크게 발생하고 있지 않음을 알 수 있다.

긍정적인 기타의견들로서, “새롭고 재미있다”, “프로그래밍을 실전에 사용할 수 있었다”, “새로운 지식을 얻을 수 있었다”, “전공 공부에 도움이 된다”, “더 깊게 배워보고 싶다” 등이 있었고, 부정적인 기타의견들로서, “시간적 여유가 있으면 좋겠다”, “영상이 자세하고 다양했으면 좋겠다”, “음질이 별로다”, “쉬운 용어를 사용했으면 좋겠다”, “교재가 있으면 좋겠다” 등이 있었다.

앞의 결과들을 살펴보면 융합교육 관점에서의 MRA의 효과성 및 우수성이 보여지고 있는데, 발전적인 의미를 가지기 위해서는 기타의견들을 반영하여 프로그램을 지속적으로 개선해 나갈 필요가 있어 보인다.

위의 과정을 통하여 제시된 융합 교육과정을 도입하게 되면 교육 품질 및 학생 만족도 측면에서 최적화가 가능함을 확인할 수 있었다.

## V. 결 론

본 논문에서는 해양로봇 활용의 역량중심 메이커 및 설계 교육 사례 연구와 관련하여, 청소년 및 대학 미래교육으로서의 메이커 및 설계 교육의 문제점들을 정의한 후 프로세스 중심 학습법 도입의 필요성을 언급하고, 청소년 역량 사례를 추가적으로 제시한 후 대학생 역량 및 기타 역량을 통합하여 통합역

량을 제시하고, 시범적인 블렌디드 수업을 포함하는 융합 교육 과정으로서의 MRA 교육과정을 구체화하여 제시하고, 기존의 비교과 만족도 조사결과를 도표화한 후 교과 만족도 조사결과를 추가하였다.

청소년 및 대학 미래교육으로서의 메이커 및 설계 교육의 문제점 정의에 있어서는 미래교육의 방향, 목표, 요소를 반영하여 소프트웨어 교육을 포함하는 융합교육, 청소년 및 대학생 역량의 통합 관리, 온라인 및 오프라인 관점의 블렌디드 교육, 역량 및 만족도의 동시 고려, 진학 및 취업과의 연결성 등을 포함함으로써 제시된 교육과정의 필요성을 확인할 수 있었다. 프로세스 중심 학습법 도입의 필요성 언급에 있어서는 디자인 사고과정과 창의성의 연관성, 설계교과목 운영지침 중 설계요건으로서 설계구성요소와의 연관성, 소프트웨어 산출물로서의 흐름도 필요성 등을 포함함으로써 제시된 교육과정의 방향을 설정할 수 있었다. 청소년 역량 사례를 추가적으로 제시한 후 대학생 역량 및 기타 역량을 통합한 통합역량 제시에 있어서는 설계교과목 운영지침 중 학습성과 요약 및 분석, 청소년 활동교육의 대표기관의 청소년 활동 핵심역량 요약 및 분석, 기타 국내의 역량 분석 등을 포함함으로써 제시된 교육과정의 목표를 설정할 수 있었다. 일부 블렌디드 교육과정을 포함하는 융합교육과정으로서의 MRA 교육과정을 구체화 제시에 있어서는 MRA 교육과정의 특징 및 요소, 교육과정, 역량 평가 사례 등을 포함함으로써 제시된 교육과정의 요소를 도출할 수 있었다. 비교과 만족도 조사결과를 도표화한 후의 교과 만족도 조사결과 추가에 있어서는 과정별 만족도 및 전체 만족도 분석 등을 포함함으로써 제시된 교육과정의 타당성을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 청소년 및 대학 미래교육으로서의 메이커 및 설계 교육의 문제점들을 해결하기 위한 노력으로서 국내 청소년 및 대학생들에게 흥미로우면서도 적합한 메이커 및 설계 교육과정을 개발 및 적용한 사례 제시와 관련하여, 제시된 교육과정의 필요성, 방향, 목표, 요소, 타당성 논의를 통하여 모델 구축의 기반을 마련할 수 있었다.

추후에는 본 연구를 바탕으로 비교과에 대한 블렌디드 적용, MRA 수업 자료를 기반으로 한 교재 개발, 역량 및 만족도 항목 측정/환류 및 보완, 나아가 학교 수업평가와의 연동을 통한 확산 등을 점차로 수행할 예정이다.

이 논문은 2020학년도 동명대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 연구되었음(2020A022)

## 참고문헌

1. 강형주 외(2019). URI-T, 해저 케이블 매설용 ROV 트랜처

개발 및 실행역 성능 검증. *한국해양공학회지*, 33(3), 300-311.

2. 교육부(GGOOMGIL). <https://www.ggoomgil.go.kr/>

3. 김아영(2014). 미래 교육의 핵심역량: 자기주도성. *교육심리연구*, 28(4), 593-617.

4. 김정아 외(2011). 융합형 인재 양성을 위한 IT 기반 STEAM 교수·학습 방안 연구. *수산해양교육연구*, 23(3), 445-460.

5. 김현식·강형주·만동우(2012). 수중로봇키트 모형의 SE기반 개발을 통한 공학교육 사례. *공학교육연구*, 15(3), 40-46.

6. 김현식(2015). 부이기반 자율형 수상로봇키트 개발. *한국해양공학회지*, 29(3), 249-254.

7. 김현식(2020). 해양로봇 기반의 창의융합형 미래교육. *부산창의융합교육*, (창간호), 73-79.

8. 변현정(2015). 디자인 사고과정 (Design Thinking Process)의 경험이 대학생 창의성 개발에 미치는 영향. *창의력교육연구*, 15(3), 149-167.

9. 윤종태·한현우·최송아(2014). 공학계 여학생의 중도탈락 요인에 관한 연구. *공학교육연구*, 17(6), 46-52.

10. 윤지현·김경·강성주(2018). 메이커 역량 모델 개발 및 초·중등 교육 현장에서의 메이커 교육 방안 탐색. *한국과학교육학회지*, 38(5), 649-665.

11. 이영희 외(2018). 미래교육 관련 연구 메타분석을 통한 미래교육의 방향. *교육문화연구*, 24(5), 127-153.

12. 임다미(2019). 블렌디드 러닝 기반 소프트웨어 분야 메이커 교육 과정 개발. *한국지식정보기술학회 논문지*, 14(3), 247-256.

13. 조상식(2016). '제4차 산업혁명'과 미래 교육의 과제. *미디어와 교육*, 6(2), 152-185.

14. 한국공학교육인증원(ABEEK). <http://www.abeek.or.kr/>

15. 한국청소년활동진흥원(KYWA). <https://www.kywa.or.kr/>

16. Hirsch, P. L. & McKenna, A. F.(2008). Using reflection to promote teamwork understanding in engineering design education. *International Journal of Engineering Education*, 24(2), 377-385.

17. Man, D.-W., Cho, G. & Kim, H.-S.(2020). Comparative study on keel effects of catamaran-type sail drone. *ICIC Express Letters, Part B: Applications*, 11(3), 261-266.

18. Sheppard, S. et al.(1997). Examples of freshman design education. *International Journal of Engineering Education*, 13(4), 248-261.



**김현식 (Kim, Hyun-Sik)**

1994년: 부산대학교 전기공학과 졸업  
 1996년: 부산대학교 전기공학과 석사  
 2001년: 부산대학교 전기공학과 박사  
 1998년~2007년: 국방과학연구소 연구원  
 현재: 동명대학교 기계공학부 교수  
 관심분야: 공학교육인증, 해양로봇교육  
 E-mail: hyunskim@tu.ac.kr