

논문 2016-53-8-16

# 스마트 로봇을 활용한 창의적 RSPM 공학 교육 및 NCS 직무 교육 효과 분석에 관한 연구

## ( The Study On Creative RSPM(Robot Based Software Programming Method) Engineering Education And NCS Training Effectiveness Analysis Using Smart Robot )

이 병 선\*

( Byung-Sun Lee<sup>Ⓒ</sup> )

### 요 약

일반적으로 임베디드 소프트웨어 교육을 위해 다양한 교수와 학습 방법이 개발 및 활용이 되고 있다. 본 논문에서는 임베디드 소프트웨어 공학교육에서 요구되고 있는 창의적 문제해결 방법을 학습하기 위하여 스마트 로봇을 활용하고자 한다. 스마트 로봇을 사용한 창의적 공학교육으로 그 NCS 직무교육 효과를 분석하고 임베디드 소프트웨어교육 향상을 위하여 RSPM(Robot Based Software Programming Method) 공학교육 방법에 대해 제시한다. 임베디드 소프트웨어 공학교육에서 좀 더 창의적이고 소프트웨어 코딩 능력향상을 위해 스마트 로봇인 EV3 시스템을 활용하였다. 본 논문에서는 임베디드 소프트웨어 공학교육에 미치는 정도, 흥미, 프로그램 능력 향상과 영향에 대하여 설문 및 분석을 통하여 창의적인 RSPM 공학교육과정을 통하여 EV3 시스템을 교구로 활용하여 성공적인 임베디드 소프트웨어 코딩 능력 가능성에 대해 제시하고자 한다. 특히 RSPM 공학교육은 스마트 로봇 NCS 직무로써 미래 유망한 임베디드 소프트웨어분야의 직업인으로 성장할 수 있도록 경쟁력을 갖춘 기초 스마트 로봇 직무학습 중심으로 구성하였다.

### Abstract

In general, it is this variety of learning methods and teaching tools for embedded software development and deployment training. In this paper, I want to take advantage of the smart robot to learn creative problem-solving methods that are required in embedded software engineering education. It analyzes the effect of creative engineering education with the smart robot and presents for RSPM Engineering Embedded SW teaching methods to improve NCS education. Embedded SW engineering education in a more creative and smart robot, EV3 system was utilized to improve SW programming skills. In this paper, we utilize the EV3 system to the parish through the creative RSPM engineering courses through the survey and analysis of the impact level, interests and program skills and influence in embedded SW engineering education propose for successful embedded software programming skills potential

**Keywords :** 창의공학, RSPM, 공학교육, 창의개발도구, 스마트로봇, NCS직무교육

### I. 서 론

융·복합 교육을 통하여 창의 인성교육을 시도하고자 스마트로봇을 융합한 STEAM(Science, Technology,

Engineering and Mathematics)의 한국형 융합인재 교육을 시행하고 있다.

STEAM 역량의 창의적 사고와 기술을 가지고 스마트 로봇과의 연계 및 문제해결 능력을 배양하는 것이다. 이를 위한 공학문제 정의, 창의적 문제해결, 체험학습에 준한 창의성 등을 활용하여 창의력과 표현력을 극대화 할 수 있는 스마트 로봇에 교육과정을 다양하게 개발 적용하여 내용전달 매체적 특성과 표현 매체적 특성 요소인 스토리텔링과 스마트로봇을 활용하여 RSPM(Robot Based

\* 평생회원, 김포대학교 공학부 컴퓨터네트워크과  
(Department of Computer network, Kimpo University)  
Ⓒ Corresponding Author (E-mail : bslee@kimpo.ac.kr)

Received ; July 15, 2016  
Accepted ; July 28, 2016

Revised ; July 19, 2016

Software Programming Method) 공학교육 과정을 연구 제시하고자 한다.

본 논문에서는 이공계 전문대학 학생을 대상으로 EV3 스마트 로봇을 이용한 RSPM의 교육과정의 개발 내용을 보이고, 2년간 진행한 교육에 대한 결과를 조사하고 교육 효과를 분석한다. 분석 결과, EV3 로봇을 이용한 RSPM의 교육과정이 학습동기와 학습의욕을 촉발시키게 되어 학습자들의 학습달성도가 연관 과목의 교육목표에 부합되는 우수성을 보였고, 수업관련 수행에 대한 능동성 등이 훌륭하였다. 학생들의 문제해결능력, 창의력, 협동심이 향상되었으며, 언어 기반 코딩에 의한 로봇 제어 실습으로 인해 임베디드 소프트웨어 코딩 능력 향상에도 도움이 되었다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 창의적인 임베디드 소프트웨어 공학교육 요건에 필요한 이론적인 제반 배경 및 연구 제시되는 RSPM 공학교육에 대해 알아보고, 3장에서는 본 논문의 연구방법 및 내용에 대해 기술한다. 특히 스마트 로봇을 이용한 교육과정 개발과 교육내용에 대해 설명한다. 그리고 4장에서는 교과과정 전반에 관해 RSPM 적용결과 및 분석을 설문평가 하였고 NCS직무 교육효과를 분석하였다. 마지막으로 5장은 결론을 기술한다.

## II. 본 론

### 2.1. 창의적인 임베디드 소프트웨어공학교육의 요건

창의적 임베디드 소프트웨어 공학교육은 임베디드 소프트웨어공학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 공학적 개념에서 임베디드 시스템 기술기반의 융합적 사고력과 공학문제 해결 능력을 높이는 교육이다. 과학과 수학의 개념원리를 사용하는 설계를 하게 되고, 창의적 공학개념과 임베디드와 관련한 시스템 기술을 통해 융합적 교육을 함으로서 임베디드 소프트웨어 기술 능력이 향상되도록 유도한다.

공학교육과정 설계에서 임베디드 관련 제품설계 과정의 우선적인 요소에 필요한 임베디드 소프트웨어 공학교육은 창의적 공학문제 해결 원리와 융복합적 사고를 설계 과정에 적용할 수 있도록 하는 교육이 필요하다. 이러한 관점에서 일반적으로 적용되는 창의적 임베디드 소프트웨어공학교육의 요건 4 가지 과정은 표 1과 같다.

### 2.2 창의적 4C 임베디드 소프트웨어교육

창의적인 임베디드 소프트웨어공학교육 과정은 4C 접

표 1. 임베디드소프트웨어 공학교육 요건의 4가지 과정  
Table1. Embedded SW engineering Education requirements of four models.

임베디드 소프트웨어 공학교육의 과정			
과정-1	과정-2	과정-3	과정-4
창의개념 구축과정	기능 및 구조의 이해	창의개념 교육	창의개발도구 활용 기초과정
	원리에 의한 해결방법 탐구		
상세 설계과정	실습을 통한 세부적문제 해결능력 제고	융복합 교육	문제해결과정
	전체문제 해결 구현		
	문제해결 전체 엔지니어링 노트 작성	제품구현 상세교육	향상 과정

근법 인 Connect, Construct, Contemplate, Continue를 이용한 직접 창의공학 과정으로 구성 하였다. 개념 연상(Connect)은 선수학습 경험을 새로운 학습경험과 연결할 때 또는 선수학습을 통해 신지식의 성장이 촉발되도록 하는 방법이다. 창의적 구성(Construct)이란 공학문제 해결과정에서 학습자가 자각하는 단계이며, 반성과 적용과 개선모색을 통해 가장 많은 문제 해결 능력을 학습하는 단계이다. 문제해결 구상(Contemplate)에서는 경험결과를 적용하게 되며, 문제 해결과정에 대한 통찰과정이다. 이 과정을 통해 선 학습 경험에 대한 이해력의 심화가 포함되고 결과를 과정에 반영하여 새로운 아이디어를 창출하게 된다. 특히 이 과정에서 학생 개인별 학습 및 개별학습 진행 상황의 평가를 시작 할 수 있다. 도전적 향상(Continue)과정은 문제해결 과제가 주어지는 단계로서 보다 향상된 창의적 발상을 요구하게 할 수 있게 된다. 이러한 4C 접근법을 사용하여 임베디드 소프트웨어 과정에서 도전과 성취의 욕구를 촉발하게 될 때 응용된 학습 단계를 요구하게 된다.

### 2.3. 창의적 임베디드 소프트웨어 공학교육 단계

공학교육에서 창의적 임베디드 소프트웨어 교육의 효과적 측면은 대상 학습자의 동기유발을 유도하여 학생이 문제 해결의 필요성을 실질적으로 요구하게 되고 공학교육과정 프로그램을 능동적으로 수용하는 것이 중요하다. 학습자들은 자신이 해결해야 할 공학문제로 인식하고 공학교육과 연관된 스마트 로봇의 하드웨어인 임베디드 시스템에 바로 코딩하여 동작 시켜 봄으로써 시스템의 동

작을 쉬운 코딩과정에 의해 즉시 결과를 확인하게 되어 집중도를 높이고 흥미를 가지게 되어 임베디드 소프트웨어 학습 활동에 대한 교육적 효과가 매우 효율적이게 된다.

또한, 이러한 교육적 상황에서 시청각 자료로만 전시하는 것이 아닌 제시된 공학적 문제를 학습자 스스로 인지하고 창의적 해결 방법을 모색하도록 유도하여 공학 문제 해결을 위한 설계를 하도록 유도하여야 한다.

2.4. NCS기반 임베디드 RSPM 공학교육

창의적 임베디드 소프트웨어 공학교육에서 NCS 기반 RSPM 교육과정은 전문대학교에서 1,2학년 4학기 과정을 통해 진행하며, 전반적으로 NCS 직무능력 수행평가는 수행 준거에 준한 자가진단을 실시하도록 하고, 수행 준거에 제시되는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는 직무능력 중에서 1, 2회 이상 평가를 실시한다. 또한, 미달 학생들은 향상 교육을 추가로 실시한 후 문제해결 능력을 추가로 제시하여 공학문제 해결과제를 수행하는 교육과정으로 4학기제 교육프로그램이다. 창의적 임베디드 소프트웨어 공학설계, 임베디드 시스템 설계 등의 관련

과목에 적용하고 하드웨어인 스마트 로봇 EV3 등을 이용하여 4C 접근법으로 학생들의 창의성, 융통성, 독창성, 정교성 등을 스스로 학습할 수 있도록 임베디드 소프트웨어 공학교육 교과과정을 설계하여 제시하였다.

임베디드 소프트웨어공학 교육에 사용되는 주요 언어인 ROBOTC, JAVA, Labview, 그래픽기반 프로그램 도구 등으로 코딩을 자유자재로 구성할 수 있도록 교육과정을 설계함으로써 흥미와 함께 창의력과 사고력을 향상시켜 주는 새로운 개념의 “NCS 기반 임베디드 RSPM” 교육과정이다. 이는 대학의 임베디드 소프트웨어 공학교육에 창의적 공학문제 해결 능력을 체계화시켜 학습자가 산업현장의 문제를 창의적으로 해결할 수 있도록 한다. 교육과정에 기초적인 H/W와 S/W 이론, 그리고 간단한 그래픽언어 및 임베디드 소프트웨어 구현이 용이한 응용 프로그램 기반 언어를 바탕으로 임베디드 시스템 구현 과정전체를 경험하도록 하는 창의적 RSPM 교육 프로그램이다.

창의공학적 설계를 통한 로봇관련 DB와 로봇 환경에 관한 DB의 각종 자료를 이용하여 발전적 문제 해결과제를

표 2. 임베디드소프트웨어 공학교육 요건의 4 과정  
Table2. Embedded SW engineering Education requirements of four models.

항 목	내 용	
임베디드 소프트웨어 교육의 개요	스마트 로봇 EV3를 사용하여 임베디드 시스템의 이해 및 로봇 코딩을 학습한다. 스마트로봇 EV3로 만들어진 로봇을 제어하기 위하여, 제작된 로봇에 쉽게 접근 가능한 C언어 기반이며 그래픽언어 형태인 ROBOTC 사용법과 알고리즘에 대한 이해도를 선학습하고, 이를 활용한 공학적 문제 해결과정을 이수한다.	
임베디드 소프트웨어 교육목표	1. 임베디드 시스템인 스마트 로봇의 구조(모터, 센서, 무선통신 등) 및 특성의 이해와 그래픽언어, ROBOTC, LabView, JaVa 등의 언어를 사용하는 임베디드 시스템의 동작 원리에 대한 이해 2. ROBOTC 학습을 통한 C언어 기초능력과 활용에 병행한 알고리즘의 이해 3. 창의적 공학문제 해결을 위한 임베디드 시스템 구조 설계 능력의 배양 4. 임베디드 시스템 제어를 위한 알고리즘과 코딩 능력의 배양	
임베디드 소프트웨어 수업방법	수업과정에 4C 접근법을 적용, 학생들의 창의력 향상을 위한 이론과 실습의 진행, NCS의 학습기법에 준한 개별 직무 평가 및 향상 교육 실시, 팀별 공학문제 해결과정의 결과 발표 순서로 이루어진다	
임베디드 소프트웨어 평가방법	NCS의 평가방법과 연계하여 출석(20%),직무평가 1, 2 이상으로 (70%=과제(10%)+중간 필기 및 실기 평가(30%)+기말 조별 프로젝트(30%)) 인성평가 및 향상평가(10%)	
NCS기반 학기별 RSPM 교육	1학년 1학기	창의개발 기반 RSPM교육
	1학년 2학기	그래픽 언어 기반 RSPM교육
	2학년 1학기	ROBOTC언어 기반 RSPM교육
	2학년 2학기	LabView 혹은 JAVA 언어 기반 RSPM교육
수강인원	스마트로봇EV3 사용에 용이한 30명 이내로써 개인당 1세트 지급하여 수업진행	
NCS 적용 직무 예시	대분류/중분류/소분류	세분류
	19전자/3전자기기개발/가전기기개발 -산업용전자기기개발 -정보통신기기개발	01/가전기기시스템 소프트웨어/03 하드웨어 개발 -소프트웨어 개발 혹은 하드웨어 개발

수용하는 로봇과 개발환경을 구축하며, 팀별 활동을 통해 이러한 구축에 필요한 창의성, 협동심 등을 배양하게 되므로 교육적 효과가 매우 높다.<sup>[1, 4]</sup> 다양한 로봇의 구현 사례와 지도서를 통해 창의적이고 협동적인 로봇 실력을 배양할 수 있다. 이러한 창의적 종합설계(Capstone Design) 교육과정은 공학교육을 촉진한다. 공학교육에서 창의적인 접근방법을 새롭게 제시함으로써 창의적 공학 교육 확산과 정착을 유도하고, 공학설계 분야에서 다양한 정보통신기술을 접목한 독창적 지식 기반형 창의설계 시대로 전환할 수 있게 된다. 공학문제 해결을 위한 설계 교육과 공학적 문제 해결에 대한 창의교육 결과에 대한 보급 및 교육 방법의 다양한 개발을 통한 공학설계 교육 과정은 기술 인력의 확대를 필요로 하는 산업계의 요구에 부응하게 된다. 창의성과 정보통신 활용능력을 갖춘 인력을 양성하며, 국가산업 경쟁력 제고에도 기여할 수 있는 교육과정이다.

### III. 연구 방법 및 내용

#### 3.1 코딩 교육 관련 기존 연구

코딩 교육은 특별히 제시되는 방법과 제안된 교수법을 통해 진행될 때 효과적일 것인가에 대한 탐색이 표 3. 같이 여러 연구자들에 의해 진행되었다.<sup>[18]</sup>

표 3. 코딩 교육 관련 주요 연구 결과  
Table3. Programming key education-related research.

연구자	연구분야
Barnes <sup>[3]</sup> (2002)	레고 마인드스톰 과정을 이용한 자바교육
Lawhead <sup>[10]</sup> (2002)	로봇을 이용한 프로그래밍 교육의 로드맵
Fagin <sup>[11]</sup> (2003)	컴퓨터과학 수업에 미치는 로봇의 효과
김태원 <sup>[5]</sup> (2005)	프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과
Hood <sup>[9]</sup> 외 (2005)	레고를 이용한 프로그래밍 언어 교육
김승환 <sup>[6]</sup> 외 (2006)	레고 마인드스톰을 이용한 C 언어 교육
조용만 <sup>[15]</sup> (2007)	레고 로봇을 활용한 프로그래밍 교육모형
Meyer <sup>[8]</sup> 외 (2007)	레고 마인드스톰 로봇을 이용한 초보자의 교육 환경
홍기천 <sup>[13]</sup> (2009)	프로그래밍 언어 수업방안
신승용 <sup>[14]</sup> 외 (2009)	프로그래밍이 가능한 로봇의 활용 방안

컴퓨터 코딩 교육에 적용 가능한 학습 방법의 제시는 학습자의 개인차나 수준차가 매우 다양한 수준이라 할지라도

개인의 노력이나 교수방법 등의 차이에 따라 새로운 학습 방법이 될 수 있다. 이때 교육과정에서 학생의 몰입과 동기 유발을 위한 교수 전략은 필수적이다.

학생은 학습을 통해 학습한 과제를 복습하거나 조금 더 보충하여야 한다. 많은 학생들이 동시에 참여하는 수업을 통해 교수되는 기존의 방법으로는 학생 개인별 교정, 심화, 보충학습 과정을 수정 적용해 가면서 실현하기가 현실적으로 매우 어려운 실정이다. 이를 보완 개선하려면 개인차를 고려하여 개별적 학습이 가능한 교수 방법을 개발해야 하고 그 결과로 학업성취의 효율성과 짧은 학습시간을 달성 할 수 있어야 한다.

코딩관련 기초이론 및 알고리즘에 대한 학습이 선행되어야 코딩의 효과적인 수업이 가능하다. 선수 학습이 이루어지지 않은 경우 코딩에 대한 실습 이수과정에서 흥미를 잃게 되고 개념이 정립되지 않아 포기하게 된다. 표 3은 컴퓨터 코딩 교육 방법을 개선하기 위하여 레고 마인드스톰 과정이나 로봇을 활용한 기존의 연구결과들이다.<sup>[3, 5-6, 8-10, 13-15]</sup>

#### 3.2 연구대상 및 진행방법

본 논문에서 스마트 로봇을 이용한 RSPM 공학 교육의 타당성 조사 연구대상은 수능성적 5등급~9등급 사이 중하위권 ○○대학 컴퓨터네트워크학과 2014학년도와 2015학년도 신입생을 실험 대상으로 하였다. 2014학년도 1학기의 코딩 입문 교육은 전통적인 방법으로 수업을 진행하였고 학업 성취도를 평가하였다. 2015학년도 1학기의 그래픽기반 스마트로봇을 이용한 창의개발 입문 교육은 스마트로봇 EV3를 이용한 수업을 통해 15주간 매주 100분씩 창의개발 교과목 시간에 실습을 진행하였다.

#### 3.3. RSPM 교육을 통한 NCS 학업성취도 분석

학습 효과를 분석하기 위하여 실험집단과 비교집단에 게 모두 공학문제 해결을 위한 임베디드 소프트웨어 코딩 기초문법 교육을 실시하면서 2014학년도 신입생은 기존의 방식대로 문법, 예제, 실습에 이은 과제 해결 순서로 진행하였다. 2015학년도 신입생은 기존 교수 방법 외에 스마트 로봇 EV3로 제작된 결과물(예 : 라인트레이서, 자립주행 하는 라인트레이서 등)을 이용한 예제 실습 및 과제해결이 되도록 추가적으로 진행하였다.

학업 성취도는 NCS 직무평가 방법에 따라서 일반적으로 적용하고 있는 출석, 과제물, 직무평가 1, 2를 2회에 걸쳐 평가하고 기준 직무평가 미달자는 향상 교육을 통하여 재평가한 후 상대평가를 적용하여 평가하였다. 기

표 4. RSPM공학교육의 교수-학습활동

Table4. RSPM engineering education professor- learning activities.

학습단계	교수 - 학습 활동	학습형태	강의방법
1. NCS 인력양성 유형관련 교육 목표 설정	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목 관련 NCS인력양성 유형 설정</li> <li>교육해야 할 프로그램의 문법 및 구조의 성격 및 특징 파악 소개</li> <li>교수와 학생의 역할을 안내 및 선행학습 안내</li> <li>NCS직무능력 평가내용 및 방법 안내</li> <li>NCS직무관련 관련 자격증 안내</li> </ul>	전체학생 대상 학습	이론강의
2. 능력단위요소 및 작업별 문제 확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>NCS인력양성 유형에 따른 교육목표를 위해 스마트 로봇 활용 코딩 수업을 소개</li> <li>학생들이 직무 수행하는 학습활동을 수행준거에 의하여 실습을 할 수 있도록 안내</li> <li>스마트 로봇EV3 소개(스마트 로봇의 기능, 특징 및 수정 방법 등)</li> </ul>	전체학생 대상학습	이론강의
3. 문제해결 시나리오 방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>팀별로 교육 목표를 검토하고 문제 해결 시나리오 방안을 도출</li> <li>프로그램 언어를 이용한 프로그램 작성 및 스마트 로봇 작동 결과 확인</li> <li>프로그램의 문법 및 구조에 대해 이해와 스마트로봇 동작 확인</li> </ul>	팀 프로젝트	이론강의 및 실습
4. 팀프로젝트/도전과제 수행	<ul style="list-style-type: none"> <li>도전과제를 팀프로젝트로 수행하여 프로그램과 스마트 로봇을 이용하여 해결</li> <li>팀프로젝트를 통해 스마트로봇의 프로그램 언어의 문법 및 구조를 이해</li> <li>문제 해결을 위한 다양한 도전수행 및 사례결과 분석</li> <li>지식, 기술 및 태도를 통한 도전과제의 프로그램 언어의 문법 및 구조를 정리</li> </ul>	개별학습/팀 프로젝트	실습 및 도전과제 수행
5. 사례연구 및 결과발표	<ul style="list-style-type: none"> <li>팀프로젝트를 통하여 사례연구 과정을 통해 엔지니어링 노트 작성</li> <li>엔지니어링 노트를 통해 개별 및 팀별로 문제점 및 해결과정을 정리</li> <li>팀프로젝트를 통한 사례연구 등을 프로그래밍 실습 과정 및 결과를 토론</li> </ul>	전체학생 대상학습	팀별 토론
6. 직무평가수행 및 향상교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트 로봇을 이용한 직무수행 결과를 토대로 프로그램 언어의 문법 및 구조의 정리</li> <li>직무능력 평가방법에 따라 평가를 2회 이상 실시 후 미진한 학생들은 직무 평가후 향상교육 실시</li> </ul>	전체학습/개별향상 학습	강의평가

표 5. RSPM공학교육의 교수-학습활동

Table5 RSPM engineering education professor- learning activities

항 목	학습대상	학습내용	로봇 이용 학습 내용	학습 보조도구	교수-학습모형	효과 측정도구
제안한 RSPM 방법	전문대학생 1,2학년 (4개과정)	창의개발 기반 RSPM교육	레고 브릭 조립을 이용한 창의개념 교육	스마트로봇 EV3 및 그래픽 언어툴	NCS직무수행 학습모형제시	NCS직무평가 (진단평가, 직무능력평가 2회 이상), 향상평가 및 학업성취도 측정, 수업만족도 조사
		그래픽 언어 기반 RSPM교육	레고 브릭을 이용한 그래픽언어 개념 교육	스마트로봇 EV3 및 그래픽 언어툴		
		ROBOTC 언어 기반 RSPM교육	순차, 선택, 반복 구조 및 알고리즘 적용	스마트로봇 EV3 및 ROBOTC		
		LabView 혹은 JAVA 언어 기반 RSPM교육	레고 브릭을 이용한 공학적 코딩개념 교육	스마트로봇 EV3 및 Labview, Java		
김승환 <sup>[6]</sup>	대학 신입생	C 언어	C 언어의 코딩 교육	레고 마인드스톰 과정	없음	생략
배상용 <sup>[7]</sup>	전문계 고교생	C 언어	조건문(선택)	레고 마인드스톰 로봇	제시	학업성취도 측정
홍기천 <sup>[12]</sup>	예비 교사	C 언어	미로 문제	레고 마인드스톰 로봇	제시	생략
Barnes <sup>[2]</sup>	대학 신입생	Java	RCX 프로세서 이용 자바 교육	레고 마인드스톰 로봇	없음	학습효과 측정
Mayer <sup>[16]</sup>	대학 신입생	AI 분야	시뮬레이터	레고 마인드스톰 로봇	없음	수업만족도 조사
Hood <sup>[9]</sup>	대학 신입생	코딩 및 컴퓨팅 개념	레고 브릭과 조립을 이용한 개념 교육	레고 마인드스톰 로봇	없음	생략

존 학습방법에 의해 교육한 학생과 학업 성취도와 스마트 로봇 EV3를 활용한 방법을 적용한 학생간의 평가 결과와 설문에 의한 통계적 방법을 사용하여 분석한다. 즉, 학습 동기와 의욕을 가진 학생들에게 새로운 학습 동기를 제공하고 교육적 측면에서 효과가 있었는지를 학업 성취도와 60개 문항으로 작성된 설문지를 이용하여 평가하고 분석하였다.

### 3.4 RSPM 공학교육의 교수-학습활동

스마트 로봇을 이용한 RSPM 공학교육의 교수-학습 활동은 학습단계는 1단계로 NCS 인력양성유형관련 교육목표 설정, 2단계인 능력단위요소 및 작업별 문제 확인, 3단계 문제해결 시나리오 방안, 4단계 팀프로젝트 및 도전과제수행, 5단계 사례연구 및 결과 발표, 6단계 직무평가 수행 및 향상 교육으로 6단계로써 구분하여 진행하였다. 학습형태는 전체학생 대상 학습, 팀프로젝트, 개별학습으로 3가지로 구분하였고 교수의 강의방법은 이론강의, 실습, 도전과제, 팀별토론, 발표로 구분하여 진행하였다.

## IV. RSPM 적용 결과 및 분석

### 4.1 기존 연구와 비교분석

코딩 수업에서 개선된 코딩의 학습 효과를 비교하기 위한 방안으로 EV3를 비롯한 다양한 로봇을 활용한 연구를 비교하여 표 5와 같이 정리하였다.

스마트 로봇을 이용한 임베디드 소프트웨어 코딩 학습에 관한 기존 연구에서 레고 마인드스톱과 NXT 등을 이용하여 C 언어 코딩 교육(김승환<sup>[6]</sup>)을 실시하거나, 조 건문(배상용<sup>[7]</sup>) 또는 미로 문제(홍기천<sup>[12]</sup>) 만을 이용한 교육을 통해 코딩 교육의 개선 방안에 대한 타당성을 고찰하였다.<sup>[17]</sup> 즉, 코딩 또는 컴퓨팅 개념(Hood<sup>[9]</sup>)을 위한 수업에 로봇을 활용하는 연구 결과로서 교수-학습 모형을 제시하지 않았거나(김승환<sup>[6]</sup>, Barnes<sup>[2]</sup>, Mayer<sup>[16]</sup>, Hood<sup>[9]</sup>) 교육 효과를 측정하지 않았으며(김승환<sup>[6]</sup>, 홍기천<sup>[12]</sup>, Hood<sup>[9]</sup>), 저하된 학습동기와 학습의욕의 개선을 위한 코딩 교육 방법으로 활용하였다.

그러나 본 논문에서 임베디드 소프트웨어 코딩 수업은 스마트 로봇 EV3를 이용한 과정을 기초로 하여 NCS 등의 다양한 유형의 수업 내용과 스마트 로봇을 활용한 새로운 형태의 수업 방법을 제안하여 적용하였다. 그리고 학업 성취도와 수업 만족에 대한 설문의 결과를 이용하여 임베디드 소프트웨어 코딩 수업의 전반

적인 결과에 대한 교육 효과를 측정하였다. 학습 동기와 의욕을 촉발 시키고 학습효과가 한층 개선되는 것으로 평가되어 임베디드 소프트웨어 코딩 수업에 스마트 로봇 EV3를 활용하는 것이 공학적 의미의 향상이라는 결론을 도출함으로써 기존 연구와 비교하였다.

### 4.2 성취도 분석

임베디드 소프트웨어 코딩 교육 및 학습에서 스마트 로봇 EV3를 이용한 교육은 기존의 방식만을 고수한 수업보다 학습 성취도가 높았다. 기존의 수업은 문법 설명과 예제를 풀이하는 식의 강의와 실습을 병행하는 방식으로 예제로부터 소스코드를 생성하고 실행 결과를 얻어 내용과 과정을 설명하는 방식으로 진행되었다. 이런 방식은 집중이 어렵고, 학습 동기와 성취도가 낮은 경우가속적으로 수업에 대한 관심과 참여도가 낮게 된다. 스마트 로봇 EV3를 활용한 수업도 소스코드를 생성하고 실행시키는 과정은 기존의 수업 방식과 동일하다. 그러나 수업진행 결과가 단지 화면의 결과만 보는 수치가 아니라 로봇을 구동하게 되는 것이 다르다. 이러한 동적 결과는 성취와 집중력을 갖도록 교육하게 되고 학습자의 의지대로 동작하는 로봇을 만들 수 있다는 것에 새로운 관심과 흥미를 보이며 성취감의 가속을 느끼게 된다. 스마트 로봇을 이용한 수업은 기존의 교육 방식과 비교하여 코딩의 양이 비슷하나 그래픽 형태의 모듈 방식을 지양하기 때문에 쉽게 접근이 가능하고 결과도 매우 다양하게 나타난다. 학생들은 스스로 제작한 로봇이 원하는 형태로 동작하도록 할 수 있다는 것에 자신감은 물론 흥미롭게 생각하며 공학문제 해결 과정에도 매우 적극적으로 참여하였다. 관련 전공교과에 대한 호감도가 낮았더라도 스마트 로봇 EV3를 이용한 수업에는 학습 동기와 의욕이 작용하여 학업 성취도가 개선되었을 것이다.

한편, 스마트 로봇을 이용한 임베디드 소프트웨어 코딩 수업의 문제점도 있다. 코딩 수업에 필요한 로봇과 코딩용 언어를 연계시킨 자료가 부족하다. 대학에서 로봇을 이용한 코딩 교육은 초기단계이기 때문에 교재나 참고자료 등이 개발되지 않아 매우 부족한 실정이다. 다음으로는 로봇 관련 지식을 습득하고 활용하기까지 많은 시간과 노력이 필요하다. 스마트 로봇을 이용하여 임베디드 소프트웨어 코딩에 필요한 로봇을 만들고 활용하기 위해서는 많은 시간과 노력을 포함한 실습을 거쳐야 한다. 특히, 수업 및 실습에 지장을 초래하는 로봇의 비정상 동작에 즉시 대응하는 환경이 부족하다.

표 6. 스마트 로봇을 이용한 임베디드 소프트웨어 코딩 수업의 만족도  
Table6. Satisfaction of Embedded SW coding classes fusing smart robot EV3.

교육과정에 관한설문	5	4	3	2	1
1. 학습을 통해 레고 마인드스톰 EV3를 사용한 창의공학 문제해결 방법을 이해하는데 도움이 되었다.	3.73				
2. 학습이후 프로그램을 이용한 스마트 로봇제어 및 공학문제 해결에 대한 이해력이 향상에 도움이 되었다.	3.8				
3. 레고 마인드스톰과 EV3를 활용한 학습 진행이 흥미로웠다.	4.07				
4. 창의공학 이론과 함께 발표와 실습을 병행하는 강의가 나의 수업 참여도에 도움을 주었다.	3.67				
5. 마인드 스톰을 이용한 간략한 그래픽 형태의 프로그래밍 방식이 흥미로웠다.	3.87				
6. 출결, 중간발표, 중간보고서, 기말 고사로 구성된 강의평가 방법에 만족한다.	3.67				
7. 발표에서 교수의 일방적인 평가보다 학생 상호 평가가 혼합된 방식이 좋았다.	3.73				
8. 레고 로봇인 EV3를 사용한 수업으로 공학문제를 스스로 해결하고자 하는 학습에 도움이 되었다.	3.73				
9. 나는 “창의공학의 기초” 수업시간에 성실하게 임하고 참여하였다	3.4				
10. 나는 부과된 과제물(발표자료, 팀워크, 실습 결과 보고서 등)을 수행하기 위하여 많은 노력을 하였다.	3.73				
11. 이 강의는 다양한 문제해결 과제에 대한 문제해결능력 향상에 도움이 되었다.	3.6				
12. 창의개발 도구가 EV3를 이용한 자유로운 실습에서 창의력 향상에 도움이 되었다.	3.67				
13. 조별과제 수행을 통하여 팀워크가 개선됨을 알게 되었다.	3.6				
14. LABVIEW와 ROBOTC를 이용한 학습방법으로 인해 코딩에 대해 흥미를 갖게 되었다.	3.73				
15. LABVIEW와 ROBOTC를 이용한 학습방법이 C프로그래밍 작성 능력의 향상에 도움을 주었다.	3.73				
16. 창의공학 기초 강의를 통해 로봇과 임베디드 시스템 개발에 대한 흥미와 관심이 생겼다.	3.67				
17. EV3와 레고 마인드스톰을 이용한 새로운 강의가 개설된다면 수강할 용의가 있다.	3.47				
전 체 평 균	3.70				

스마트형 레고 로봇을 이용한 실습에 대한 인식조사 설문		5	4	3	2	1
공학적성영역	1. 공학적성(6문항)	3.29 6문항 평균				
	2. 공학실습생이 레고로봇을 이용한 실습 실습에서 경험한 유형별 갈등 정도(4문항)	2.68 4문항 평균				
	3. 자신과의 갈등에 대한 구체적인 요인(7문항)	2.95 7문항 평균				
	4. 레고로봇과 예비공학자 간의 관계(6문항)	3.5 6문항 평균				
	5. 레고로봇과 공학문제에 관한 관계(6문항)	3.06 6문항 평균				
실습에 대한 요인평가	6. 대학과의 관계(6문항)	2.62 6문항 평균				
	7. 공학실습생 업무(6문항)	2.52 6문항 평균				
	8. 동료 공학교육 실습생과의 관계(6문항)	2.7 6문항 평균				
	1. 공학실습평가(7문항)	2.65 7문항 평균				
	2. 교육계획 및 시행(6문항)	2.66 6문항 평균				

4.3 교과목 교육목표와 NCS 학습성과 달성도 분석  
 지난 2014년부터 2016년 현재까지 EV3 로봇을 이용한 교육과정을 운영하였다. 새로운 교육과정에 관한 평가를 위하여 2014년 수강한 2개반 중 1A반은 27명, 1B반은 29명 56명이었고 2015년 수강한 3개반은 1A반 27명, 1B반 26명, 1C반 29명으로 82명에게 설문하였다. 설문 조사는 보장주인 15주차에 무기명으로 실시하였다. 학습과목에 대한 교육목표 및 학습성과 달성도에 대한 설문 평가는 교육목표 4개 문항 학습성과 3개 문항을 중심으로 좋음(3) 보통(2) 나쁨(1)으로 평가 하도록 구성하였다. 첫 번째 교육목표인 “로봇의 구조 및 특성의 이해와 ROBOTC를 통한 로봇 작동원리 및 방법의 이해”에 대한 달성도에 ‘보통(2)’으로 응답한 학생이 80%에 달하여 평균 2.22를 보였고, 두번째 교육목표인 “ROBOTC 사용을 통한 C언어 기초 및 활용과 알고리즘에 대한 이해”에 대해서도 ‘좋음(3)’으로 응답한 학생

도 33%에 달하여 평균 2.33을 보였다. 최종적으로 2016년의 평가에서 교육목표 평균 2.3 이었으며 3번 문항인 새로운 공학문제 해결을 위한 창의도구 사용과 문제 해결능력이 평균 2.4로 보통보다 조금 높게 나타났다. 학습성과 부분에서 교육목표에 비해 조금 떨어지기는 했지만 보통 2를 상회한 평균 2.24를 나타내었다. 이는 NCS 적용에 따른 불편함 때문 이었다. 분석결과는 기존의 교육에 비해 로봇에 관한 교육이 충분히 교육내용을 이해하는데 도움이 되었고, 코딩에 대한 교육목표 달성도에 효과가 높았음을 나타내고 있어, 전반적으로 다수의 학생들이 수업에 만족하였음을 알 수 있다.

2015년에 <표 6>과 같이 창의공학 기초에서 RSPM 이론과 스마트로봇을 활용한 교육과정에 대하여 17개의 문항과 스마트 레고 로봇을 이용한 실습에 대한 인식조사를 위한 60개의 항목으로 설문 하였다. 각 문항은 매우그렇다(5점), 그렇다(4점), 보통이다(3점), 그렇지 않다

(2점), 전혀 그렇지 않다(1점)로 평가하였으며, 2015년 수강한 3개반은 1A반 27명, 1B반 26명, 1C반 29명으로 82명이 설문에 응답하였다. 17개의 문항에 대해서 최저 2에서 최고 5에 이르기까지 응답 평균은 3.70 점으로 교육과정에 전반적으로 만족하고 있는 결과를 보였다.

공학교육 과정 이해에 관한 질문인 1번과 2번에서 평균을 상회하는 결과가 도출되어 긍정적인 학습태도가 생겼음을 알 수 있다. 3번 문항이 가장 높은 평균 4.07을 나타내었는데 이는 수업의 교재교구로 레고 로봇을 사용하는 것이 새로운 수업진행 방식이었기 때문으로 보인다. 학생의 수업 참여도에 관한 설문인 문항 8번과 10번에서도 전체 평균을 상회하는 결과가 나왔지만 반대로 9번 항목 “나는 “창의공학의 기초“ 수업시간에 성실하게 임하고 참여하였다” 에서 가장 낮은 평균점수 3.4를 기록한 것은 팀을 이루어 진행하는 협업에 대한 이해도가 아직 학습 되지 않았기 때문으로 해석하여 추후 이의 보완이 필요하다.

교육과정을 통한 문제해결능력, 창의력, 협동심의 향상에 관한 질문인 11번, 12번, 13번 문항의 결과를 분석하면, 문제해결능력 향상에 3.6, 창의력 향상에 3.67, 협동심 향상에 3.6 정도로 평균보다는 낮았지만 교육과정이 도움이 된 것으로 평가하였다. ROBOTC 사용을 통한 C언어 흥미 및 프로그래밍 능력향상에 대한 문항 14번과 15번의 결과를 살펴보면 성적평가 방법에 관한 문항 6, 7번의 17번 항목 레고 마인드스톰을 이용한 강의를 좋아하고 만족한 것을 알 수 있다.

설문 결과들을 종합해 보면 레고 마인드스톰 EV3 로봇을 이용한 RSPM 과정이 흥미유발을 통한 학습동기 및 의욕을 제공하여 NCS 교과목에 대한 교육 목표를 제고하는 성과가 있었으며, 학습에 대한 참여도가 출결의 향상이라는 긍정적 효과도 높았다. 또한, 공학적 접근에 따른 공학문제 해결능력과 창의력 향상에 도움이 되었고, 팀별로 과제를 해결하는 과정을 통해 협업능력이 개선되었음을 알 수 있다. 또한 LABVIEW와 ROBOTC 프로그래밍을 통한 로봇 제어 실습으로 C언어 뿐만 아니라 전반적인 코딩능력의 향상에도 도움이 되었음을 알 수 있다. NCS 교과목 학습성과 달성도에 관한 응답 분석을 살펴보면 “기초지식”, “분석과 이해”, “문제해결” 각 항목에 대하여 ‘ 좋음’은 27%, 27%, 20% 이었으며 ‘보통’의 달성도를 보이는 학생들은 73%, 73%, 80%이었다. 특히 나쁨으로 표시한 학생은 1%도 되지 않아 매우 긍정적임을 알 수 있다. 3번째 문항인 “문제해결: 공학 문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 창의 개발도구를

활용 할 수 있는 능력”에 대해서는 20%의 학생들이 달성도를 ‘ 좋음’으로 응답하여 평균 2.2를 나타내어 다른 2개의 항목보다 가장 낮았는데 이는 수업연한이 짧아 선수가과목에서 창의개발 도구에 적합한 선행학습과정의 개발이 필요하다고 판단된다.

## V. 결 론

일반적인 임베디드 소프트웨어 교육에서는 다양한 교재와 교구를 사용하는 학습 방법이 극히 제한되어 있고 학생들의 흥미 유발 관점에서 임베디드 소프트웨어 코딩의 응용과 적용에 대한 이해 부족과 수업연한이 짧아 선수가과목을 연계하는 등의 교육과정 개발과 보완이 미흡한 실정이다.

본 논문은 임베디드 소프트웨어 학습에서 학업성취도의 향상을 위해 스마트 로봇을 이용할 경우의 영향에 대해 알아보고, 전문대학교 재학생들을 대상으로 하는 코딩 수업에서 고질적으로 나타나는 학습동기 유도 실패와 학습의욕 부족을 문제 해결하기 위한 새로운 창의적 RSPM 공학 수업 방안으로의 가능성을 고찰하였다. 이를 위하여 ○○대학교 재학생들을 대상으로 실험집단과 비교집단을 선정하였으며, 스마트로봇 EV3를 활용한 RSPM 공학교육은 기본개념 학습과정 후 협업을 통해 공학문제를 해결하는 교육과정이다. 학습 후 실험집단과 모집단 간 평균 차이에서 스마트 로봇을 이용하여 임베디드 소프트웨어 코딩 수업을 한 경우에서 학업 성취도가 더 높게 나타났다. 이는 스마트 로봇 EV3를 사용한 학습자 스스로 작성한 소스코드가 스마트 로봇을 동작하게 함으로서 동기유발을 하게 되고 각종 제어를 통한 다양한 동작으로부터 임베디드 소프트웨어 코딩에 대한 학습 성취도 제고를 달성하게 된 것으로 판단된다. 스마트 로봇 EV3를 사용한 창의적 RSPM 공학교육의 효과에 대하여는 설문 및 분석 결과 임베디드 소프트웨어교육 향상 및 흥미를 위하여 제안한 RSPM 공학교육 방법이 매우 설득력 있는 교육과정이라는 사실을 확인 할 수 있었다.

한편, 스마트 로봇을 이용한 임베디드 소프트웨어 공학교육에서 코딩 수업의 효율성을 제고하고 창의적인 코딩 능력 향상을 위해서는 다양한 하드웨어에 대한 코딩 예제를 다루어야 하며 경진대회 전시회 박람회 등을 통한 동기유발이 필요하다고 본다, 보다 발전적인 임베디드 소프트웨어 공학교육 프로그램 능력 향상을 위하여 모듈화된 수업 과정의 개선된 설계 및 성취도 측정

의 객관성을 확보하기 위한 평가 도구의 추가적인 연구와 창의적인 RSPM 공학교육과정의 지속적인 보완 개발이 필요하다.

## REFERENCES

- [1] P. J. Gawthrop and E. McGookin, "A LEGO-based control experiment", IEEE Control Systems Magazine,
- [2] Jipping, M. J., CalKa, C., O'Neili, B., Padilla, C.R., Teaching Students Java Bytecode Using Lego Mindstorms Robots, SIGCSE Bulletin inroads, Vol.39, No.1, pp. 170~174, 2007.
- [3] Barnes, D., Teaching Introductory Java Through LEGO MINDSTORMS Models, SIGCSE Bulletin inroads, Vol.34, No.1, pp. 147~151, 2002.
- [4] Eggert, D. W., Using the Lego Mindstorms NXT robot kit in and introduction to C Programming Class, Journal of Computing Sciences in Colleges, Vol.24, No.6, pp. 8~10, 2009.
- [5] Tae-Wan Kim, "The Effect of MINDSTORMS learning on creativity improvement", Daegu National University of Education, 2005.
- [6] S. H. Kim and J. W. Jeon, "Introduction for freshmen to embedded systems using LEGO mindstorms", IEEE Trans. on Education, vol. 52, no.1, pp. 99-108, 2009.
- [7] Garcia, M. A., Mc-Neill, H. P., Learning How to Develop Software Using the Toy LEGO Mindstorms, Vol.34, No.3, pp. 239~239, 2002.
- [8] Meyer, R. M., Burhans, D. T., Robotran: A Programming Environment for Novices Using LEGO Mindstorms Robots, Florida Artificial Intelligence Research Society conference(FLAIRS-07), pp. 321~326, 2007.
- [9] Hood, C. S., Teaching programming and language concepts using LEGOs, Annual Joint Conference Integrating Technology into Computer Science Education(ITiCSE 2005), pp. 19~23, 2005.
- [10] Lawhead, P. B., Duncan, M.E., Bland, C. G., Goldweber, M., Schep, M., Barnes, D. J., Hollingsworth, R. G., A road map for teaching introductory programming using LEGO Mindstorms robots, Annual Joint Conference Integrating Technology into Computer Science Education(ITiCSE 2002), pp. 191~201, 2002.
- [11] Fagin, B., Merkle, L., Measuring the Effectiveness of robots in teaching Computer Science, Proceedings of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer Science Education, pp. 307~311, 2003.
- [12] S. Y. Nam etc, "The Study of Curriculum for Improving occupational fundamental ability with 4C approach techniques", Journal of the Institute of Electronics and information Engineers, 2015 IE.
- [13] Ki-Cheon Hong, "A Study of Programming Language Class with Lego NXT Robot for University of Education Students - Centered on Maze Problem -", Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 13, No. 1, pp. 71~78, 2009.
- [14] Seung-Young Shin, Sang-Mi You, Mi-Ryang Kim, "A Study on the Design and Development of Robot Game-based Project for Teaching Children to Program Computers", Journal of Internet Computing and Services, Vol. 10, No. 6, pp. 159~171, 2009.
- [15] Cho, yong man, "The development of a teaching model for Lego robot computer programming", Graduate School of Education Yonsei University, 2007.
- [16] Tae-Hee Kim, Moon-seol Kang, "Measuring the Effectiveness of Teaching Introductory Programming Using LEGO Mindstorms Robots", Journal of Internet Computing and Services, Vol. 11, No. 4, pp. 159~173, 2010.
- [17] Xiong Hongyu, Wonho So, "Design and Implementation of a Virtual Robot Education System", Journal of the Institute of Electronics and information Engineers CI, Vol. 48, No.1, pp. 108~115, 2011.
- [18] Kyunghye Lee, "Development of Curriculum Using ROBOTC-based LEGO MINDSTORMS NXT and Analysis of Its Educational Effects", Journal of Information Processing Systems, Vol. 18A, No. 5, pp.165~176, 2011.
- [19] Bae, Sang Yong, "Effect of C Programming Learning Using Robot on Academic Achievement", Korea National University of Education Chung-Buk, 2009.

## 저 자 소 개



이 병 선(정회원)

1985년 서울과학기술대학교 학사 졸업

1992년 건국대학교 전자공학과 석사 졸업

2000년 단국대학교 전자공학과 박사 졸업

<주관심분야: 통신, 신호처리, 창의공학, 로봇>