

## Development of Software Education Program Using Robot for Students with Developmental Disorder

Jeong-Rang Kim\*

\*Professor, Dept. of Computer Education, Gwangju National University of Education, Gwangju, Korea

### [Abstract]

In view of the educational effects and social changes of software education, equal opportunities for software education are needed regardless of general students and students with disabilities. However, studies on software education for general students have been actively conducted, but studies on software education for students with disabilities are insufficient. In this study, we developed a robot education software education program for students with developmental disabilities. Developing robot-enabled software education programs for students with developmental disabilities is meaningful in terms of expanding software education opportunities for all. In addition, the robot-based software education program is easy to motivate students with developmental disabilities with low task concentration, short-term memory, and low sociality. Significant changes will be made not only in terms of management capacity, but also in terms of self-efficacy and confidence.

▶ **Key words:** Developmental Disorders, Software Education, Robot utilization, Educational program, Physical computing

### [요 약]

소프트웨어 교육이 가지는 교육적 효과와 사회적 변화로 미루어 볼 때 일반 학생, 장애 학생 구분 없이 소프트웨어 교육에 대한 평등한 기회가 필요하다. 그러나 현재 일반 학생을 대상으로 한 소프트웨어 교육 관련 연구는 활발하게 이뤄지고 있으나, 장애 학생을 대상으로 한 소프트웨어 교육 관련 연구는 미비하다. 이에 본 연구에서는 발달 장애 학생을 대상으로 한 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램을 개발하였다. 발달 장애 학생을 대상으로 한 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램 개발은 모두를 위한 소프트웨어 교육 기회 확대라는 측면에서 의미가 있다. 또한 과제 집중력이 낮고 단기 기억력이 부족하며 사회성이 다소 떨어지는 특성을 가진 발달 장애 학생들에게 로봇을 활용한 소프트웨어 교육 프로그램은 교구를 활용한다는 점에서 동기 유발이 용이하며, 발달 장애 학생들의 학업 성취도 개선 및 자기 관리 능력 신장 뿐 아니라 자아 효능감, 자신감 등 정의적인 부분에서도 유의미한 변화가 있을 것이다.

▶ **주제어:** 발달장애, 소프트웨어교육, 로봇 활용, 교육 프로그램, 피지컬 컴퓨팅

- 
- First Author: Jeong-Rang Kim, Corresponding Author: Jeong-Rang Kim
  - \*Jeong-Rang Kim (jrkim@gnue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Gwangju National University of Education
  - Received: 2019. 11. 28, Revised: 2019. 12. 16, Accepted: 2019. 12. 16.

## I. Introduction

현대 사회에서 요구하는 핵심 역량 중 하나는 컴퓨팅 사고력이다. 컴퓨팅 사고력을 향상시키기 위하여 우리나라에서는 2015 개정교육과정에 따라 2019학년도부터 초등학교에서 소프트웨어 교육을 의무적으로 실시하고 있다. 소프트웨어 교육은 컴퓨터 과학에 대한 지식적인 학습 뿐 아니라 문제 해결 중심의 학습을 통해 알고리즘적 사고방식을 체득할 수 있으며, 창의적 문제해결 향상에 효과가 있다. 이러한 교육적 효과 및 사회적인 변화와 더불어 소프트웨어 교육에 대한 학생과 학부모의 관심도 높아지고 있다[1][2].

소프트웨어 교육의 방법으로 컴퓨터를 사용하지 않는 언플러그드 활동, 쉽게 프로그래밍 할 수 있는 교육용 프로그래밍 언어 활용, 교구를 활용하는 피지컬 컴퓨팅이 있으며, 학생들은 다양한 방법으로 SW관련 내용을 학습할 수 있다. 또한 이와 같은 자료는 온라인에도 공개되어 학생들이 다양한 채널로 접근할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 온라인에 공개된 소프트웨어 교육 학습 자료는 대부분 일반 학생을 위한 것으로 장애가 있는 학생을 위한 소프트웨어 교육 학습 자료나 콘텐츠는 거의 없어 교육 기회의 확대가 일반 학생을 중심으로 이뤄지고 있는 실정이다 [3].

이처럼 소프트웨어 교육이 가지는 교육적 효과와 사회적 변화로 미루어 볼 때 일반 학생, 장애를 가진 학생 구분 없이 소프트웨어 교육에 대한 기회가 확대되어야 하나, 장애 학생의 특성을 고려한 교구나 학습 자료가 미비하며, 소프트웨어 교육에 대한 연구도 일반 학생 중심으로 이뤄지고 있어 장애 학생을 대상으로 한 소프트웨어 교육 자료나 관련 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 2015 특수교육 기본 교육과정에 나타난 소프트웨어 교육과정을 토대로 발달장애 학생의 특성을 고려하여 성취기준, 학습 내용 등을 재구성 하고, 이를 바탕으로 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램을 개발하였다.

## II. Preliminaries

### 1. Related works

장애 학생을 대상으로 한 소프트웨어 교육 관련 연구는 일반 학생을 대상으로 한 연구에 비해 양적으로 적다. 홍다희(2016)는 교육용 프로그래밍 언어(EPL)을 활용한 소

프트웨어 교육 프로그램이 경도 지적장애 아동의 인지과정을 기반한 변화에 긍정적인 영향을 주었으며, 스마트 기기를 이용해 프로그램을 실시함으로써 아동의 흥미와 집중력을 높일 수 있었고 Code.org의 애니메이션과 효과음으로 아동의 내재적인 동기를 불러일으킬 수 있다고 하였다. 또 실생활 중심의 언플러그드 활동을 통해 구체적인 문제 상황에서 문제해결을 위한 방법을 탐색하는 능력이 향상되었다고 하였다[3].

초등 소프트웨어 교육에 활용하는 교육용 프로그래밍 언어(EPL: Educational Programing Language) 엔트리와 스크래치의 온라인 콘텐츠를 살펴보면, 엔트리의 경우 학습하기와 교육자료 탭에서 학년 또는 수준별로 다양한 자료와 콘텐츠를 제공하고 있으나, 장애 학생을 대상으로 한 콘텐츠는 별도로 제공하고 있지 않다. 스크래치는 웹사이트에서 스크래치 학습 관련 콘텐츠를 제공하고 있지 않았다[4][5].

그 외의 장애학생 대상 소프트웨어 교육 콘텐츠로는 M사에서 제작한 ‘오조봇과 함께 컴퓨팅 사고력 쑥쑥!’이 온라인에 공개되어 있으며 소프트웨어 교육 학습은 주로 기업의 사회봉사의 일환으로 실시되고 있다.

선행 연구를 종합해 보면 온라인의 소프트웨어 교육 관련 콘텐츠는 주로 학습 나이도나 학년을 기준으로 공개되어 있었으며, 장애 학생을 위한 별도의 구분은 없는 것으로 보인다. 장애 학생을 대상으로 한 소프트웨어 교육 콘텐츠도 있었으나, 일반 학생을 대상으로 한 소프트웨어 교육 콘텐츠에 비해 양적으로 미비하였으며, 지적 장애 학생을 대상으로 하는 소프트웨어 교육 또한 일반 학생 대상 보다 양적으로 미비하였다. 그러나 관련 연구를 종합하면 소프트웨어 교육이 창의적 문제해결력, 의사소통력, 문제해결능력 등의 역량과 관련하여 유의미한 것으로 분석된다.

이는 발달 장애 학생 또한 소프트웨어 교육을 통해 유의미한 교육적 효과를 얻을 수 있으며, 학습 콘텐츠도 발달 장애 학생의 특성에 맞도록 개발되어야 할 필요가 있음을 시사한다.

발달장애인 권리보장 및 지원에 관한 법률 제2조 제1항에서 “발달장애인”의 용어는 장애인복지법 제2조 1항의 장애인으로서 지적장애인과 자폐성장애인, 그 밖에 발달이 나타나지 아니하거나 크게 지연되어 일상생활이나 사회생활에 상당한 제약을 받는 사람으로 정의 한다고 하였다[4]. 강승애(2006)는 발달장애란 아동발달의 전반적인 측면에 영향을 미치는 만성적이고 심한 장애 조건으로 어려움을 겪는 아동들을 기능하기 위해 사용되는 일반적인 용어라고 정의하였다[6].

이소현(2003)은 발달장애아의 경우 언어적 능력의 제한으로 인하여 지능검사를 실시할 때 낮은 수준의 지능지수를 나타내는 경향이 있다고 하였으며, 발달장애아의 경우 사회적 능력의 기초가 되는 운동능력과 언어능력의 발달이 지체되었을 뿐만 아니라 적응행동과 사회적 기술의 문제로 인하여 또래와 어울리거나 놀이를 하는데 어려움을 겪는다고 하였다[7]. 김혜영(2018)은 발달장애유아는 정보처리 능력에서 많은 어려움을 겪고 있으며, 일반적으로 발달장애유아는 단기 기억 능력이 낮고 장기 기억 속에 저장된 사실을 기억해내는데 어려움을 겪는다고 하였다. 특히 주의집중능력이 낮아 과제를 지속하는 시간이 짧고, 주어진 과제에 집중하는 선택적 주의집중 능력이 낮아 과제 이외의 자극에 주의가 흐트러지는 어려움이 있고, 초인지 전략의 문제로 인하여 주어진 과제를 수행하기 위한 전략을 생성하거나 변경하여 적용하는데 어려움이 있다고 하였다. 또 발달장애유아는 정서적 표현의 어려움으로 부정적인 자아개념을 형성시켜 낮은 자아 존중감을 갖게 될 수 있고, 자신의 감정을 조절하는 자기조절 능력을 발달시키기보다 주위 사람들에게 단순히 감정을 직설적으로 표현하는 문제를 유발시키는 원인이 되기도 한다고 하였다[8].

**2. Special Education Basic Curriculum**

2015 특수교육 기본 교육과정에서 나타난 소프트웨어 교육 관련 내용은 (선택)정보 통신 활용이며[9] 내용 체계 중 본 연구와 관련한 부분은 Table 1.과 같다.

Table 1. 2015 Curriculum Content System

domain	Core Concept	Generalized knowledge	Content element
			high school (1~3G)
Telecommunication and Software	Troubleshooting and Software	There is software that can solve the problem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Use of Troubleshooting Software</li> <li>• Understanding of programming</li> </ul>

Table 1.은 (선택)정보 통신 활용의 정보 통신과 소프트웨어 영역이며 고등학교 1~3학년의 내용요소에 해당하는 문제해결 소프트웨어의 활용과 프로그래밍 이해에 해당하는 내용을 발달 장애 학생의 특성을 고려한 로봇을 활용한 소프트웨어 교육 프로그램을 재구성 하였다. 이와 관련한 성취기준은 Table 2.와 같다.

Table 2. Explanation of Special Education Basic Curriculum Achievement Standards

number	Achievement criteria
[12 JT04-01]	List the simplified activities for problem solving in order, considering the conditions.
[12 JT04-02]	Learn the features of a coding program to solve simple problems.

2015 특수교육 기본 교육과정에 나타난 소프트웨어 교육 관련 성취기준 및 해설에 따르면, 성취기준은 간단한 문제 해결 중심으로 구성되어 있으며 학생들이 공감할 수 있는 실생활의 문제를 활용할 수 있도록 하였다. 또 학생들이 기본 교육과정의 다른 교과에서 학습한 내용을 연계하여 학습할 수 있도록 하여 깊이 있는 학습이 이루어질 수 있도록 하였다. 학습 방법으로는 주어진 문제를 구체적 활동으로 분석한 다음 필수적인 활동 요소를 찾아 단순화 하도록 하였고, 단순화 한 활동을 실제로 해보기 전에 순서대로 나열해보는 것을 먼저 할 수 있도록 하고 있다. 또 수업에 활용되는 예제나 수준의 한계를 제시하고 있으며, 학습 전에 컴퓨터 활용과 관련한 기초적인 연습을 충분히 할 수 있도록 하고 있다. 이는 장애 학생의 특성을 고려한 것으로 판단된다.

**3. Educational Effect of Software Education**

소프트웨어 교육의 교육적 효과에 대해서 김정량(2017)은 학생들이 소프트웨어 교육을 통해 게임을 만들거나 소프트웨어 작품을 만들어보면서 학생 내적으로 무엇인가 학습하고 배워보고자 하는 동기, 무엇인가 창조하고 성취하고자 하는 동기 등을 추구한 결과로서, 학생들의 학습 동기 중 내재적 동기, 내사 조절, 동일시 조절에서 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 하였으며, 소프트웨어 교육 후 자신감과 자기 조절효능감에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났고 이는 학생들이 자신의 능력에 대한 확신과 신념을 가지고 자신의 독창적인 프로젝트를 만드는 경험에서 비롯한다고 하였으며, 소프트웨어 교육의 과정에서 학생들 간 의견의 충돌이 일어났을 때 서로 의견을 조율하고 오류에 대해 디버깅하는 과정이 일어나게 되는데 이와 같은 경험을 통해 의사소통 능력 또한 통계적으로 유의미한 차이가 발생한다고 하였다 [1][2]. 민선희(2018)는 피지컬 컴퓨팅 수업은 자신의 아이디어를 컴퓨팅 기술로 구체화 및 실행하게 되어 컴퓨팅 사고의 형성을 촉진하였으며 학생들의 일상 경험을 기반으로 하는 수업 주제는 학생들이 다양한 아이디어를 찾도록 지원하였다고 하였고, 알고리즘을 형식화 하는 활동은 학생들의 수학

적 표현(기호, 글, 그림 등)을 활성화 시키는 측면에서 교육적 의미가 있다고 하였다[10]. 이신현(2018)은 소프트웨어 교육이 학생들의 수업 흥미도 향상에 통계적으로 유의미한 영향을 미친다고 했다[11]. 노지에(2017)는 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램의 효과성 검증에서 로봇 활용 소프트웨어 교육이 학생들의 컴퓨팅사고력, 창의성, 몰입을 향상시키는 것으로 나타났으며, 로봇 활용 소프트웨어 교육은 초등학생에게 필요한 수업이고, 초등학생들의 고등사고력 신장에 유용하다고 하였다[12].

위의 내용으로 미루어 볼 때 장애 학생을 대상으로 한 소프트웨어 교육은 컴퓨팅 사고력에 유의미한 영향을 미치며, 컴퓨팅 사고력은 자료 수집, 자료 분석, 구조화, 추상화, 일반화 등의 구성요소로 이루어져 있기 때문에 학업의 성취도 개선과 유의미한 관련이 있을 것으로 예상되며, 과제 해결을 하며 자신감과 자기조절효능감에서도 유의미한 영향이 있어 학교 생활 개선에도 긍정적 효과가 있을 것으로 예상된다.

### III. Research Design

#### 1. Research method

##### 1.1 Research plan

본 연구에서는 발달 장애 학생을 대상으로 하는 소프트웨어 교육 프로그램을 개발하고자 한다. 본 프로그램 개발은 ADDIE 모형에 따라 개발 되었으며 세부 과정은 Fig 1. 과 같다.

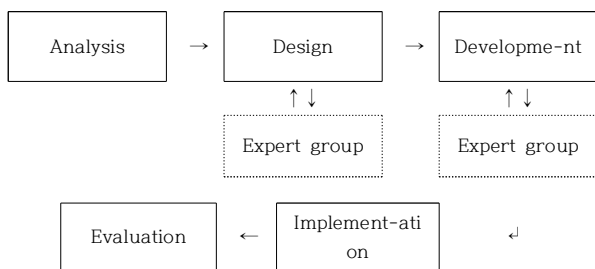


Fig. 1. Research plan

먼저 발달 장애 학생을 대상으로 한 소프트웨어 교육 프로그램의 개념 및 목적을 설정하고 발달장애 학생의 특성을 분석한다. 이후 2015 특수 교육 기본 교육과정을 바탕으로 발달 장애 학생의 특성을 고려한 로봇 활용 소프트웨어 교육 성취기준 및 학습목표를 구성하고 명세화 한다. 구성한 학습 목표를 특수교육 전문가 집단의 자문을 받아 타당성을 검증한다. 선정된 학습 목표를 토대로 학습 내용 및 방법을 설계한 후 전문가 집단의 자문을 받아 프로그램을 개발하였다.

#### 1.2 Expert group composition

초등 발달장애 학생 대상 소프트웨어 교육 프로그램 개발을 위해 연구자 외 초등컴퓨터교육 박사과정을 수료한 초등학교 교사 1인, 초등컴퓨터교육 석사학위 소지 초등학교 교사 3인, 특수학교 교사 2인, 특수교육 교육연구사 1인 총 7인의 초등컴퓨터교육 및 특수교육 전문가집단을 구성하였다.

전문가 집단은 본 연구에서 선정한 학습 내용 요소 및 성취기준 구성의 타당성을 각 2회에 걸쳐 자문하였다.

#### 1.3 Structure of the program

본 연구에서 프로그램은 2015 특수교육 기본 교육과정의 소프트웨어 교육 관련 내용 요소와 성취기준을 기준으로 전문가 집단의 1,2차 자문을 받아 발달 장애 학생들의 특성에 맞게 재구성하였다. 재구성된 성취기준을 바탕으로 학습 목표와 내용 요소, 학습 방법을 설계하였다. 세부 내용은 Fig 2.와 같다.

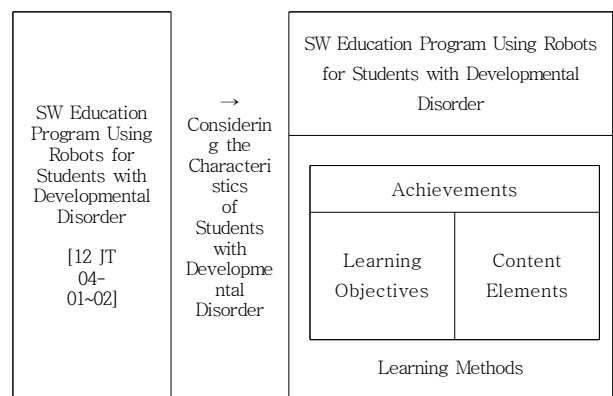


Fig. 2. Structure of the program

본 연구에서 개발한 프로그램은 발달장애 학생의 특성을 고려하여 설계하였다. 발달장애 학생은 단기기억 능력이 낮고 장기기억 속에 저장된 사실을 기억해 내는데 어려움을 겪고, 주의집중능력이 낮아 과제를 지속하기 어렵다는 점을 고려하여 로봇을 활용하였다. 로봇을 활용하여 효과적인 소프트웨어 교육을 할 수 있도록 성취 기준, 학습 목표, 학습 내용 요소를 재구성 하였으며, 학습 방법에서도 발달 장애 학생들이 가지고 있는 특성을 고려하여 프로그램을 설계하였다.

#### 1.4 Robot Selection

본 연구에서는 소프트웨어 교육용 피지컬 컴퓨팅 교구로 알버트 로봇을 활용하였다. 알버트 로봇은 소프트웨어 교육을 위한 다양한 센서를 가지고 있으며, 전용 앱(App)을 이용한 활동, 명령 카드를 활용한 활동 등이 가능하여

어렵지 않게 조작할 수 있고, 인공지능 스피커와 연결할 수 있는 확장성도 있다는 장점[13]을 가지고 있어 발달장애 학생을 위한 소프트웨어 교육 프로그램 개발에 적합하다고 판단하였다.

**2. Results**

**2.1 Concept Definition and Purpose**

발달 장애학생을 위한 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램은 발달 장애 학생의 특성을 고려한 소프트웨어 교육 학습 목표와 학습 내용 및 내용 구성, 학습 방법을 의미한다.

본 프로그램은 발달 장애 학생에게 차별 없는 소프트웨어 교육 기회를 제공하며, 발달 장애 학생의 특성에 맞는 교육 프로그램으로 발달 장애 학생에게 내실 있는 소프트웨어 교육이 이뤄질 수 있도록 하여, 소프트웨어 교육의 효과를 바탕으로 한 발달 장애 학생의 컴퓨팅 사고력 신장, 학업 성취도 개선, 정의적 영역의 성장 및 생활 전반의 긍정적인 변화 유도를 목적으로 한다.

**2.2 Achievement standard of SW education program using robot**

2015 특수 교육 기본 교육과정을 바탕으로 하고 발달 장애 학생의 특성을 고려하여 재구성한 로봇 활용 소프트웨어 교육 성취기준은 Table 3.과 같다.

Table 3. Achievement standard of SW education program using robot

Special Education Basic Curriculum		Robotic Software Training Achievement Standards
number	Achievement criteria	
[12 JT 04-01]	List the simplified activities for problem solving in order, considering the conditions.	[BD-Robot-01]Find the activity you need to perform to solve the problem.
		[BD-Robot-02]Find the elements needed to solve the problem and break it down into smaller activities.
		[BD-Robot-03]Look for repeated patterns to solve the problem.
[12 JT 04-02]	Learn the features of a coding program to solve simple problems.	[BD-Robot-04]Experience a robot equipped with various sensors.
		[BD-Robot-05]Solve examples of basic steps in a troubleshooting coding program.

개발한 로봇 활용 소프트웨어 교육 성취기준은 발달 장애 학생의 특성을 고려하여 12학년의 수준을 2015 개정

교육과정의 실과 교과서 수준으로 낮추고 하나의 성취기준을 분할하여 여러 개의 작은 성취기준으로 수정하였다. 특히 전문가 자문의견에서 학습 효과를 높이기 위해 활용하는 새로운 매체인 로봇이 자칫 학습량을 높일 수 있다는 점을 제시하였고, 이를 고려하여 로봇을 체험하며 기본 조작을 익힐 수 있는 성취 기준을 추가하였다. 개발한 로봇 활용 소프트웨어 교육 성취기준에 [발달-로봇-01]등 편의를 위해 번호를 부여하여 분류하였다.

**2.3 Configure learning goals**

성취기준을 바탕으로 개발한 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램의 학습 목표 구성은 Table 4.과 같다.

Table 4. Learning objectives of SW education using robots for students with developmental disorder.

Achievement criteria	Learning Objectives
[BD-Robot-01]	Find the activities you need to perform to solve the problem.
[BD-Robot-02]	Specific activities for problem solving can be simplified by robot command card.
	Simplified activities can be paired with command cards.
[BD-Robot-03]	Command cards for troubleshooting can be listed in order.
	You can simulate the cards listed to find and correct any problems.
[BD-Robot-04]	Command cards and robots can be used to solve a given problem.
[BD-Robot-05]	Real life problems can be solved using command cards and robots.
	Know how to use the command card of the robot and use the command card to perform simple operations.
	You can experience an example to learn basic functions.

학습 목표 구성 후 전문가 자문의견에서 발달 장애 학생의 경우 문제해결에 다소 어려움을 겪을 수 있으나, 과제를 세분화 하고 반복하여 학습하면 충분히 가능하며 문제 해결 체험을 통해 발달 장애 학생들이 성취감을 얻을 수 있다고 하여, 이 같은 특성을 고려해 학습 목표를 세분화 하여 구성하였다. 또한 발달 장애 학생은 주의집중력이 낮아 과제 지속 시간이 짧은 점을 고려하여, 로봇 활용 뿐 아니라 로봇의 명령카드를 활용한 언플러그드 활동도 함께 경험 하면서 다양한 방법으로 학습할 수 있도록 학습 목표를 구성하였다. 학습 목표는 학습의 순서대로 배열하였으나 이는 반드시 지켜야하는 것은 아니며, 학습 또는 학습자의 수준과 특성을 고려하여 재구성할 수 있다.

Table 5. Constructing SW Education Learning Contents Using Robot for Students with Developmental Disabilities

Achievement criteria	Learning Objectives	Learning content element
[BD-Robot-01]	Find the activities you need to perform to solve the problem.	-Find different ways to get to your destination to escape the maze
[BD-Robot-02]	Simplify specific activities for problem solving.	- algorithm
	Simplified activities can be paired with command cards.	-Refine your behavior and find order to reach your destination Find the command card to execute the action
[BD-Robot-03]	Command cards for troubleshooting can be listed in order.	-Listing command cards in planned troubleshooting order
	You can simulate the cards listed to find and correct any problems.	Debugging -Practice ordering your partner with a command card -Watch command cards and play pairs and avatars according to problem-solving plans
[BD-Robot-04]	Command cards and robots can be used to solve a given problem.	-Escape the maze using the planned card command program
[BD-Robot-05]	Real life problems can be solved using command cards and robots.	-Create my day story using robots and command cards
	Know how to use the command card of the robot and use the command card to perform simple operations.	-Types of robots you can see around -Robot look and sensor -Command card type -How to operate command card
	You can experience an example to learn basic functions.	-Robot movement using BLE app -Use the command card to move the robot to the target -Decorate robots and play soccer

#### 2.4 Learning contents and learning method

Table 3.의 학습 목표와 전문가 검토 의견을 바탕으로 구성된 발달 장애 학생을 위한 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램의 학습 내용 요소 구성은 Table 5.와 같다.

학습 목표에 도달하기 위한 학습 내용은 전문가 자문의견에 따라 발달 장애 학생들의 특성을 고려하여 작은 과제 중심으로 제시하였으며, 학생들의 생활, 교과 학습과 관련 있는 주제로 선정하였다. 먼저 동기유발을 위해 주변에서 볼 수 있는 로봇의 종류를 살펴보고, 로봇이 가지고 있는 센서와 명령을 내릴 수 있는 명령카드의 종류를 살펴보고 조작법을 익힌다. 그리고 간단한 예제를 활용하여 전용 앱을 이용한 조작과 명령 카드를 활용한 조작을 연습하여 본다. 발달 장애 학생의 경우 작은 과제를 반복하여 학습하여야 효과적이므로 미로 탈출이라는 주제를 중심으로 다양한 방법으로 목표를 달성할 수 있도록 내용을 구성하였다. 발달 장애 학생들은 먼저 여러 가지 형태의 지도 속에서 미로 탈출하는 길을 찾는 연습을 함으로서 문제 해결을 위해 어떤 과제를 수행해야 하는지 찾는 연습을 할 수 있다. 이후 발견한 길에 도달하기 위한 과정을 세분화 해보고, 로봇의 명령카드와 짝지은 후 순서대로 배열해보면서, 문제 해결의 순서인 알고리즘의 개념을 학습할 수 있으며, 효율적인 문제 해결 과정을 경험할 수 있다. 로봇을 활용하여 과제를 해결하기 전에, 짝과 함께 명령카드를 활용하여 시뮬레이션 해보고 이를 수정해보는 기회를 가짐으로서 상호작용을 통한 디버깅을 학습할 수 있으며, 이를 토대로 컴퓨팅 사고력을 신장시킬 수 있다. 확인

이 끝난 알고리즘은 실제 로봇을 활용하여 미로 탈출이라는 과제를 해결해봄으로서, 주의 집중력이 부족한 발달장애 학생들이 로봇을 활용하여 흥미를 잃지 않고 소프트웨어 교육을 할 수 있도록 하였다. 마지막으로 발달 장애 학생들이 학습한 내용을 바탕으로 나의 이야기라는 주제로 간단한 이야기를 만들어 봄으로서 가장 가까운 주제로 친밀감을 높이면 서 동시에 스스로 창작해보는 기회를 제공하여 학습을 심화할 수 있도록 구성하였다.

#### 2.5 Program configuration

본 연구를 통해 개발한 프로그램은 크게 4단계로 구성되어 있으며, 각 단계의 이름은 따라 하기, 코딩 알기, 놀이하기, 발전하기이다. 프로그램 순서는 Fig 3.과 같다. 발달장애 학생의 경우 학습한 내용을 지속하기 어렵다는 특성으로 학습 주제의 처음 단계로 따라 하기 단계를 배치하였다. 따라 하기에서는 로봇 명령 기본 사용법을 상기시킬 수 있는 간단한 활동 및 학습 주제 관련 정보 수집 등 학습 준비를 할 수 있는 단계이다. 따라하기를 통해 학습을 준비하고 코딩 알기, 놀이하기 단계를 통해 주제 학습을 하며, 발전하기 단계를 통해 학습 한 내용을 바탕으로 심화 학습을 한다. 전문가 자문의견에서 지적한 프로그램이 단순히 주어진 과제를 습득하는 것에 치우칠 수 있는 우려를 해소하기 위해, 심화 학습을 할 때는 세분화 된 과제를 제시하여 발달장애 학생이 과제를 자신만의 방법으로 해결하며 생각을 표현해볼 수 있는 기회를 제공하였다.

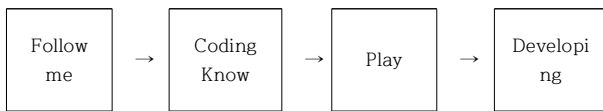


Fig. 3. Research plan

각 단계는 Table 5.의 목표와 학습 내용 요소를 중심으로 구성되어 있으며 로봇 실제 작동시키며 활용하는 것 뿐 아니라 명령카드만을 가지고 활용해보는 경험 등의 언플러그드 활동도 함께할 수 있도록 하여 발달 장애 학생이 효과적으로 학습할 수 있도록 하였다. 또 차시별 수준과 양을 구체적으로 제시하여 발달장애 학생이 학습의 양을 분명히 알 수 있고 필요에 따라 조절할 수 있도록 하였다.

따라하기는 단기 기억능력이 낮은 발달 장애 학생을 고려하여 로봇을 조작하는데 필요한 기본적인 배경지식을 작은 과제 형태로 분할한 반복 학습 형태로 따라할 수 있도록 구성하였다. 또는 학습에 앞서 동기유발을 할 수 있는 내용을 배치하였다. 이를 통해 발달 장애 학생들은 본 수업에 앞서 필요한 배경지식을 충분히 습득할 수 있다.

코딩알기는 컴퓨팅 사고력에 대한 내용 학습을 할 수 있는 단계로 주로 로봇의 센서와 기능 등을 반복 학습 할 수 있도록 구성하였다. 또는 간단한 명령을 작성해보고 예상해보게 함으로서 학생들의 컴퓨팅 사고력을 자극할 수 있는 내용으로 구성하였다.

놀이하기는 차시에 해당하는 내용요소로 구성된 예제를 통해 발달장애 학생들이 주어진 과제를 해결해 본다. 구성된 예제는 의도적으로 설계되어 있어 작게 분할된 과제를 순서대로 해결하며 지식을 습득할 수 있도록 하였다.

발전하기는 학습한 지식을 바탕으로 발달장애 학생들이 과제를 해결할 수 있도록 하였다. 발달장애 학생의 수준에 맞는 작은 단위의 과제를 다양한 표현 방식을 통해 제시하여 학생들이 수준에 맞는 과제를 해결하는 경험을 갖도록 하였다.

#### IV. Conclusions

본 연구에서는 2015 개정 특수교육 기본 교육과정 중 소프트웨어 교육과 관련된 내용을 바탕으로 발달 장애 학생의 특성을 고려하여 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램을 개발하였다.

발달 장애 학생을 위한 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램은 발달 장애 학생의 특성을 고려한 학습 목표와 내용 및 방법을 의미하며 발달 장애 학생들에게 차별 없는 소프

트웨어 교육 기회를 제공하고, 특성에 맞는 교육 프로그램으로 발달 장애 학생들에게 내실 있는 소프트웨어 교육이 이뤄질 수 있도록 하는 것에 목적이 있다.

본 연구를 통해 개발된 발달 장애 학생을 위한 로봇 활용 소프트웨어 교육 프로그램은 발달 장애 학생을 위한 소프트웨어 교육 기회 확대라는 측면과, 소프트웨어 교육이 가지고 있는 다양한 교육적 효과를 발달 장애 학생들이 내실 있게 학습할 수 있도록 하여, 컴퓨팅 사고력을 신장시키고 자신감, 자기 효능감 등의 정의적인 영역에 긍정적인 변화를 이끌어 내어, 발달 장애 학생의 생활 전반에 유의미한 영향을 미치는 데 그 의미가 있다.

발달 장애 학생에게 본 프로그램을 적용하였을 때 소프트웨어 교육이 가지는 교육적 효과가 나타날 것으로 예상되며, 이는 발달 장애 학생들의 학업 성취도 개선, 컴퓨팅 사고력의 향상을 통한 창의적 문제해결력 신장 그리고 작은 과제 중심으로 구성된 프로그램에서 얻는 성취감을 바탕으로 한 자신감, 자기 조절 효능감 등 인지, 정의적 영역에서 유의미한 영향을 미칠 것이다. 이러한 영향으로 인해 발달 장애 학생의 생활 전반에 긍정적인 변화가 있을 것으로 예상된다.

향후 실제 발달 장애 학생을 대상으로 본 연구에서 개발한 로봇을 활용한 소프트웨어 교육 프로그램을 실시한 뒤, 발달 장애 학생들에게 미치는 효과에 대한 연구가 필요하다.

#### REFERENCES

- [1] Kim JR "Effects of Software Education Program for the Education Welfare Priority Support Students on Learning Motivation, Self-efficacy and Goal Orientation," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 24 No. 1, January 2019.
- [2] Kim JR, "Effects of Software Education activities for Multicultural students on Resilience, Communication and Interpersonal Relationship. Journal of The Korea Society of Computer and Information. Vol. 20, No.5, pp.499-506, October 2016
- [3] Hong DH, "Case Study about the Effect of SW Education Utilizing EPL on Mildly Intellectually Disabled Children's Cognitive Process," master's Dissertation, Dan Kuk University, June 2016.
- [4] Scratch, <http://scratch.mit.edu>
- [5] Entry, <http://playentry.org>
- [6] Kang SA, "The Effects of Sensory Integration Activity on Adaptive Behavior and Social Skill of Children with Developmental Disorder," doctor's Dissertation, Ehwa Womans University, July 2006.

- [7] LEE SH, "Early Childhood Special Education", June 2003.
- [8] Kim HY, "The Development and Effects of a Sensory Experience Art Program for Children with Developmental Disabilities, doctor's Dissertation, Chonnam National University, August 2018.
- [9] Ministry of Education. Special Education Basic Curriculum, February 2015.
- [10] Min SH, "A study on Development and Application of Physical Computing Lessons to Promote Computational Thinking in Elementary School Students," doctor's Dissertation, Ewha Womans University, August 2018.
- [11] Lee SH, "Effect of Software Education based on Computational Thinking on the Learning Interest and Career Recognition of Elementary School Students," master's Dissertation, Korea National University of Education, February 2018.
- [12] No JY, "The Effects of SW Education Using Robot," doctor's Dissertation, Ewha Womans University, June 2017.
- [13] Albert Robot, <http://albert.school>
- [14] Beak SJ, "The Development of the Ecological Curriculum Content Structure for Students with Intellectual and Developmental Disabilities," doctor's Dissertation, SoonChunHyang University, February 2018.
- [15] Beak JN, "Validation of Multiple Intelligences Test Items for Students with Developmental Disabilities," doctor's Dissertation, KongJu University, February 2011.
- [16] Kim EJ, "The Effects of the Physical Activities of Development Impeded Children on Their Social Maturity," doctor's Dissertation, DongA University, June 2006.
- [17] Choi EW, "Teachers' Perceptions on Process-Focused Assessment for Student with Developmental Disability - Focusing on Inclusive Education in Middle School -," doctor's Dissertation, DanKuk University, June 2019.
- [18] Lee MH, "A Study on the Self-Edvocacy Experiences of Adolescents with Developmental Disabilities, doctor's Dissertation, July 2017.
- [19] Lee SR, "A Study on the Vocational Key Competencies Teaching-Learning Module Development Model of Students with Developmental Disabilities Based on the National Competency Standards," doctor's Dissertation, Chang Won University, July 2016.

## Authors



Jeong-Rang Kim received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Engineering from Chonnam National University, Korea, in 1982, 1984 and 1997, respectively. Dr. Kim joined the faculty of the Department of Computer Education at Gwangju National University of Education, Gwangju, Korea, in 1986. She is currently a Professor in the Department of Computer Education, Gwangju National University of Education. She is interested in Computer Education, Digital Textbook, Software Education and AI Education.