

# 2015 개정 초등 교육과정의 SW교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 기반 교구 평가 준거 개발

전형기<sup>†</sup> · 김영식<sup>††</sup>

## 요 약

2015 개정교육과정은 컴퓨팅 사고력을 향상시키고자 SW교육과정이 포함되었으며 교육 현장에서 활용될 다양한 피지컬 컴퓨팅 기반의 교구가 판매되고 있다. 본 연구는 교수 상황과 교수 목적에 적합한 피지컬 컴퓨팅 기반의 학습도구를 선정하는데 필요한 준거를 마련하여 현장의 도구 선택에 합리적인 판단 근거를 제공하는데 목적이 있다. 평가 준거 마련 방법으로는 25명의 전문가 패널을 통해 델파이 조사 방법을 사용하였다. 그 결과 7개의 영역에 대해 40개의 필수 준거와 11개의 선택 준거로 구성되는 교구 평가 준거가 제시되었다. 또한 도출된 학습 도구 평가 준거를 통해 현재 상용화된 5종의 학습 도구에 대한 평가 결과를 분석하였다. 본 연구를 통해 개발된 교구 평가 준거는 교사들의 합리적인 교구 선택과 교구 개발자의 교구 개발에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

주제어 : 2015 개정 교육과정, SW교육, 피지컬 컴퓨팅, 교구

## Development of the Evaluation Criteria of the Physical Computing Based Learning Tools for SW Education in the 2015 Revised National Curriculum for Elementary Education

HyeongKi Jeon<sup>†</sup> · Yungsik Kim<sup>††</sup>

### ABSTRACT

The 2015 revised national curriculum includes SW courses to improve computational thinking, and a variety of physical computing tools for learning are on sale for use in education. The purpose of this study is to provide a basis for selecting physical computing tool for learning suitable for learning situations and learning purposes, and to provide a reasonable basis for judging the choice of tools in the field. Delphi survey method was used as a reference method for developing evaluation criteria through 25 expert panels. As a result, the criterion of evaluation of the learning tool composed of 40 essential and 11 selection criteria for 7 domains was presented. In addition, the evaluation results of five kinds of learning tools commercialized through the evaluation criteria of the learning tool were analyzed. The evaluation criteria for the learning tools developed through this study are expected to help teachers select rational learning tools and help learning tool developers develop learning tools.

**Keywords** : 2015 Revised National Curriculum, SW Education, Physical Computing, Learning Tool

---

<sup>†</sup> 정 회 원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정  
<sup>††</sup> 종신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)  
논문접수: 2018년 9월 11일, 심사완료: 2018년 9월 28일, 게재확정: 2018년 9월 29일  
\* 본 논문은 2018년 전형기의 석사 학위 논문을 수정·보완하여 완성한 것임

## 1. 연구의 필요성

교육부는 2015년 9월에 개정 교육과정을 고시하였다. 고시된 2015 개정 교육과정은 문·이과 교육과정을 통합하고 컴퓨팅 사고력(computational thinking)의 신장을 위해 초등학교부터 소프트웨어(SW) 교육을 도입하는 것이 특징이다[1]. 컴퓨팅 사고는 컴퓨터 과학자가 문제를 해결하는 과정에서 발휘하는 사고 양식으로 추상화와 자동화를 통해 문제를 해결하는 데 사용될 수 있는 중요한 역량이라고 볼 수 있다. 2015 개정 교육과정에서 SW교육의 도입은 학습자의 문제 해결 능력을 향상시킬 것으로 기대된다.

그러나 통상적으로 피아제의 발달단계상 구체적 조작기에 속해 있는 초등학생들에게는 SW 학습과정에서 인지적 부담을 경험할 수도 있다. 왜냐하면 SW학습은 문제 해결과정에서 형식적 조작기에 가능한 고차원적 사고를 요구하기 때문이다[2].

이러한 초등학생의 SW교육에 있어서의 문제점 즉 초등학생의 발달단계와 SW학습내용이 요구하는 사고 능력의 간극을 완화하기 위해 피지컬 컴퓨팅 기반의 교구의 도입을 고려해 볼 수 있다[3]. SW교육과 교구의 관련성에 대한 기존의 연구들에서 피지컬 컴퓨팅 기반의 교구 활용은 학습자의 흥미를 유지하고, 학습자의 논리적 사고력을 향상시킨다는 결과를 나타냈다[4][5][6][7].

현재 많은 종류의 피지컬 컴퓨팅 기반의 교구들이 상용화되어 사용되고 있다. 그러나 이미 출시된 피지컬 컴퓨팅 기반의 교구들이 2015 개정 초등 교육과정에 도입되기에 적절한지의 판단은 불분명하다.

첫째, 교구가 개발되어온 배경이 2015 개정 교육과정의 교육 목표와 일치 하지 않을 수 있다. 예를 들어 일부 교구는 2015 개정 교육과정이 고시되기 전 STEAM(Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics)교육의 도입과 함께 개발되어 왔기 때문에 SW교육에 관한 요소보다는 일반적인 공학적인 측면에 초점이 맞추어져 있는 경우가 많다. 이러한 경우 교구를 도입했을 때 프로그래밍 활동시간보다 교구를 조립하고 기계 공학적인 형태를 갖추는데 수업 시간의 많

은 부분을 할애해야 하며 이러한 과정은 컴퓨팅 사고를 신장시키는데 비효율적이다.

둘째, 교구 개발과정에서 교육과정에 대한 성찰이 부족하여 교육과정에 제시된 성취기준을 달성하기 어려울 수 있다. 2015 개정 초등 교육과정의 실과 기술 활용 영역은 피지컬 컴퓨팅 교구의 일종인 로봇의 제작을 성취기준 으로 제시하고 있으며, 로봇의 제작은 입력 센서들과 출력 액추에이터 등의 하드웨어(HW)의 구성과 프로그래밍 과정을 포함한다. 그러나 일부 교육용 로봇은 HW 형태가 결정되어 있어 교육과정의 성취기준에서 요구하는 로봇의 제작을 체험하기에는 제한이 있다.

따라서 SW교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 교구가 2015 개정 초등 교육과정에서 효과적으로 활용되기 위해서는 교구가 교수학습 과정에서 효율적인지, 교육과정의 성취기준에 타당한지를 판별할 수 있는 합리적인 기준이 필요하며 그에 의해 선정된 교구가 교육현장에 사용되어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 초등학생의 소프트웨어 교육에 활용할 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교구의 준거를 제안하였다. 또한 현재 상용화되어 사용되고 있는 5종의 샘플 교구를 평가하여 상용화된 교구의 실태를 진단하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 피지컬 컴퓨팅 교구

#### 2.1.1 피지컬 컴퓨팅

피지컬 컴퓨팅은 Dan O'Sullivan과 Tom Igoe가 뉴욕 대학교의 티시 예술대학에서 인터랙티브 피지컬 시스템을 가르치면서 알려지기 시작했다. 기본적인 컴퓨팅 시스템이 입력장치, 연산장치, 출력장치로 구성된다면 피지컬 컴퓨팅 시스템은 입력과 출력을 컴퓨터 장치가 아닌 물리현상으로 대체한다는 점에서 다르다[8]. 예를 들어 기존의 컴퓨터와 같은 컴퓨팅 시스템은 입력이 마우스, 키보드, OMR등을 통해 이루어지는 반면에 피지컬 컴퓨팅 시스템에서는 자연의 물리 현상들을 센서를 통해 디지털 신호 또는 아날로그 신호로 변환하여 입력된다. 출력의 경우 기존 컴퓨터가

파일이나, 모니터 화면, 프린터를 이용해 이루어진다면 피지컬 컴퓨팅에서는 동작, 빛, 소리 등 물리적인 형태로 변환되어 출력된다는 것이 특징이다.

피지컬 컴퓨팅 시스템은 IoT(Internet of things), 로봇 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, SW교육에 활용되는 교구로도 활용되고 있다.

특히 초등 학습자들이 EPL(Educational Programming Language) 등을 사용한 프로그래밍과 연계하여 피지컬 컴퓨팅 교구를 활용한다. 현재 Scratch, Entry가 대표적인 EPL이며 블록프로그래밍 방식을 통해 학습자들의 프로그래밍 활동을 돕는다.

## 2.2 2015 개정 초등 교육과정의 SW교육에서 피지컬 컴퓨팅 교구의 역할

2015 개정 초등 교육과정에서 SW교육은 ‘실과’ 과목에서 5, 6학년을 대상으로 실시될 예정이다. 특히 실과의 영역 중 ‘기술시스템’과 ‘기술 활용’ 영역에서 SW교육이 이루어지는 데, 두 영역의 성취기준은 <표 1>과 같다[9].

<표 1> 초등 ‘실과’ 과목의 소프트웨어 교육 관련 성취기준

영역	성취기준
기술 시스템	[6실 04-07] 소프트웨어가 적용된 사례를 찾아보고 소프트웨어가 우리 생활에 미치는 영향을 이해한다.
	[6실 04-08] 절차적 사고에 의해 문제 해결의 순서를 생각하고 적용한다.
	[6실 04-09] 프로그래밍 도구를 사용하여 기초적인 프로그래밍을 체험한다.
	[6실 04-10] 자료를 입력하고 필요한 처리를 수행한 후 결과를 출력하는 단순한 프로그램을 설계한다.
	[6실 04-11] 문제를 해결하는 프로그램을 만드는 과정에서 순차, 선택 반복 등 구조를 이해한다.
기술 활용	[6실 05-06] 생활 속에서 로봇 활용사례를 통해 작동원리와 활용분야를 이해한다.
	[6실 05-07] 여러 가지 센서를 장착한 로봇을 제작한다.

2015 개정 초등 교육과정의 성취 기준을 달성하거나, 효율적인 SW학습을 돕기 위한 피지컬 컴퓨팅 기반의 교구의 도입은 다음과 같은 역할을 기대할 수 있다.

첫째, 기술시스템 영역의 성취기준을 달성하기 위해서 피지컬 컴퓨팅 교구는 SW교육의 효과성을 높이는데 활용될 수 있다. EPL을 사용하여 작

성된 프로그램에 의하여 순차, 선택, 반복 구조의 프로그램이 교구에 전달되고, 입력한 결과가 실물의 작동으로 드러나게 할 수 있다. 이 과정에서 피지컬 컴퓨팅 교구는 학습을 보조하는 역할을 한다.

둘째, 성취기준 [6실 05-06]에서 로봇이 작동하는 원리와 활용분야를 이해하기 위해서 피지컬 컴퓨팅 교구는 로봇의 원리를 반영하고 제시할 수 있어야 한다. 즉, 피지컬 컴퓨팅 교구는 학습 내용을 구성하고 제시하는 기준을 제공해야 한다.

셋째, 학습자들이 피지컬 컴퓨팅 기술을 이용하여 로봇을 제작하고 동작·제어할 수 있도록 하여야 한다. 성취기준 [6실 05-07]은 학습자에게 다양한 센서를 장착한 로봇을 제작할 수 있는 역량을 요구한다. 이 성취 기준을 만족시킬 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교구는 그러한 센서들을 장착할 수 있어야 하며, 학습자가 로봇을 제작하는 경험을 제공할 수 있어야 한다. 만약 미리 완성된 형태로 로봇이 제시 된다면 학습자는 해당 성취기준을 달성하기 어려울 수도 있을 것이다. 위 성취 기준을 지원하기 위한 피지컬 컴퓨팅 교구는 학습자의 창작활동을 지원하여 학습 결과가 로봇 산출물로 나타나야 한다.

요약하자면 피지컬 컴퓨팅 교구는 2015 개정 초등 교육과정의 SW교육에 도입 되었을 때, SW교수·학습 활동을 지원하는 역할, 컴퓨팅의 원리를 이해하는 학습 주제로서의 역할, 학습자의 학습 활동의 재료이자 산출물로서 역할을 수행하게 된다. 따라서 피지컬 컴퓨팅 교구의 선정 과정에서 이러한 역할들을 제대로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.

## 2.3 교구의 선정 기준

교수 매체는 교육 내용을 전달하기 위해 사용되는 수단으로써 교재, 수업자료, 교구를 포함한다. 리저와 가네는 특정 학습내용을 위한 유일한 최선의 매체는 없으며 교수 목표의 유형, 학습 내용의 특성, 교수·학습 방법 등을 고려하여 교수 매체를 선정해야 한다고 주장하였다[10]. 이때 교수자의 개인적인 선호나 편의에 의한 선정을 배제해야 하며 학습자의 경험, 관심, 능력 수준, 학

습 양식 등에 따라 학습 효과가 달라지므로 이들 또한 고려할 것을 요구한다.

교육 공학적 측면에서 선행 연구들은 교수매체 선정에 대해 두 가지 측면에서 접근한다[11]. 하나는 교수 상황에 맞춰 접근하는 것이고 또 다른 하나는 학습목표에 맞춰 접근하는 것이다. 먼저, 교수 상황은 교육 현장에서 주어지는 현실적인 부분인 경제적, 공간적, 학습유형에 대한 상황이다. 이때 고려할 수 있는 상황에는 제작비, 복제비, 학습 형태, 학습 유형, 사용되는 감각 등이 있다. 제작비는 자료의 개발에 소요되는 금전적, 시간적 비용이다. 복제비는 개발된 자료를 복제, 배포하는데 소요되는 비용이다. 학습형태는 개별학습과 집단 학습으로 나누어질 수 있다. 학습유형은 인지적, 정의적, 심체적 형태로 나누어 질 수 있으며, 사용되는 감각기관은 인간의 오감을 의미한다. 다음으로 학습 목표에 따른 교구선정 기준에는 사실적 정보학습, 시각적 확인학습, 원리개념 규칙학습, 절차학습, 숙련된 지각적 자동행위 수행, 바람직한 태도, 의견/동기의 개발 등이 있으며 매체 유형별로 상, 중, 하의 평가를 통해 매체가 적절한 지에 대해 판단할 수 있다.

교육 매체 선정과 관련된 연구들을 분석해 볼 때, 피지컬 컴퓨팅 기반 교구의 선정을 위한 평가 준거는 SW교육의 목적, 교수학습내용, 교수 상황을 점검하는 평가 요소를 포함할 필요가 있다.

### 3. 피지컬 컴퓨팅 교구 평가준거 개발

#### 3.1 피지컬 컴퓨팅 교구 평가준거 개발 방안

본 연구의 목적은 2015 개정 초등 교육과정에서 효과적인 SW교육을 위한 것으로 수업 목적과 교수 상황을 고려한 피지컬 컴퓨팅 기반 교구 평가 준거를 개발하는 것이다.

연구의 내용과 방법은 다음과 같다.

첫째, 선행 연구 및 교육과정 분석을 통해 2015 개정 초등 교육과정에서 SW교육과 관련된 성취 기준을 분석하여 피지컬 컴퓨팅 교구를 활용할 수 있는 요소와 역할을 도출한다.

둘째, 도출된 피지컬 컴퓨팅 교구의 활용 요소와 역할을 기반으로 델파이 조사를 실시한다. 델

파이 조사에서 전문가 패널의 의견을 청취하여 SW교육에 활용할 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교구의 합의된 준거를 도출한다.

셋째, 도출된 준거를 시중의 피지컬 컴퓨팅에 기반한 교구에 적용하고 평가 준거의 한계와 교구 실태를 진단한다.

#### 3.2 델파이 조사 적용 과정

본 연구는 교구 평가를 위해 사용될 준거를 개발하고자 델파이 조사 방법을 적용하였다.

통상적으로 전문가 대면 회의는 전문가 패널의 전문성보다는 응변이 강한 사람들의 의견에 힘이 실리는 등의 인간적인 측면의 약점이 전문성을 방해하는 단점이 있다. 반면 델파이 조사는 비대면 상태에서 익명성을 보장하여 설문조사를 통해 전문가의 의견을 수집한다. 통제된 설문조사를 반복 시행함으로써 전문가들은 자신의 의견을 제출하고, 의견을 수정하고, 상대방의 의견을 파악한다. 델파이 조사 기법은 구조화된 질적 연구 방법, 익명성 보장, 간접적 미래연구방법, 개인의 의견보다는 신뢰할 만한 것이고 도출된 결과가 보다 객관적인 방법으로 평가 받는다[12].

위의 두 가지 협의 과정을 검토하였을 때 교구 평가 준거 개발을 위한 방법으로 델파이 방법이 결과의 객관적인 결과를 도출하는데 더 적절하다고 판단하였으며 다음 절차에 의해서 델파이 조사를 실시하였다.

첫째, 전문가 패널을 구성한다.

둘째, 델파이 1 Round 설문을 실시한다. 설문지는 개방형으로 실시하며 설문을 위한 자료를 함께 제공한다.

셋째, 델파이 1 Round 설문 내용을 바탕으로 폐쇄형의 설문지를 작성 하여 델파이 2 Round 설문을 실시한다.

넷째, 2 Round 설문을 분석 한 후 결과에 따라 추가 설문을 실시한다.

넷째, 델파이 결과를 분석한다.

#### 3.3 델파이 패널의 구성

피지컬 컴퓨팅 교구 평가를 위한 준거를 도출

하기 위한 델파이 전문가 패널은 총 25명의 전문가로 다음과 같은 기준에 의해 구성되었다.

- SW교육 경력자: SW분야의 교육경험이 3년 이상이 되는 현직교사
- 컴퓨터 교육 관련 학위 소지자: 컴퓨터 교육, 초등 컴퓨터 교육, 전산학의 분야에서 석사 이상의 학위를 가지고 있는 현직 초등교사
- 피지컬 컴퓨팅 분야 연구자: 피지컬 컴퓨팅 교구와 로봇 교육을 주제로 한 논문을 발표, 게재한 연구자로 선정하였다.

델파이 조사는 선정된 전문가 패널에게 1차 개방형 설문조사, 2차 폐쇄형 설문조사의 형태로 진행되었으며 설문 진행을 위해 설문지의 링크를 e-mail, 문자 메시지를 통해 배부하였다. 설문에 대한 응답은 구글 설문지를 통해 회수하였으며, 응답의 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> 전문가 패널의 구성 및 응답 결과

전문가 패널 유형	패널수	1차 응답자	2차 응답자
SW교육 경력자	10	10	10
컴퓨터 교육 관련 학위 소지자	7	7	7
피지컬 컴퓨팅 분야 연구자	8	8	7
계	25	25	24

### 3.4 델파이 조사 결과

#### 3.4.1 델파이 1 Round

델파이 1 Round는 온라인에서 개방형 설문의 형태로 진행되었다. 설문의 진행을 돕기 위해 이영재(2017)의 선정기준과 2015 개정 교육과정을 기초 자료로 제공하였으며 패널들에게 해당 설문 항목(선택기준)의 객관적인 요소를 고려하여 “~할 수 있다.”, “~해야 한다.”라는 형태의 문장으로 준거를 진술하고 해당 준거가 필요한 이유나 보충의견을 기재하도록 하였다[13].

델파이 1 Round의 실시 결과, 교육 과정 적합성 13개, 발달 단계 적절성 2개, 실과 외 타교과 적용 가능성 5개, 성능 및 편리성 7개, 안전성 9개, 경제성 7개, 서비스 14개, 내구성 10개의 총 68개의 준거가 수집되었다.

#### 3.4.2 델파이 2 Round

델파이 2 Round에서는 패널들로 하여금 델파이 1 Round에서 수집·정리된 준거들에 대해 타당도와 중요도를 5점 척도로 응답하도록 요청했다. 구체적으로는 각 패널에게 해당 준거가 교구 선정에 대해 적절한 것인지에 대한 타당성을 질문하였으며, 또한 필수조건인지 부가조건인지를 판단하기 위한 중요도에 대해 응답하도록 하였다. 이 과정에서 패널들의 응답을 돕기 위해 영역별로 델파이 1 Round에서 패널들이 제시한 기타 의견을 제공하였다.

##### 1) 변이계수에 의한 안정성 평가

델파이 2 Round에서 도출된 문항(준거)들의 안정성 평가를 위해 변이계수(coefficient of variation, CV)를 측정하였다[14]. 변이계수는 변수의 표준편차를 평균으로 나눈 값이며, 변이계수의 값이 클수록 델파이 전문가 패널에 의해 도출된 합의된 준거들이 상대적으로 불안정한 것으로 판단할 수 있다. 따라서 델파이 조사에서 합의된 준거들에 대한 변이계수를 살펴보면 추가적인 델파이 Round가 필요한 지를 결정할 수 있다. 변이계수에 따른 평가 방법은 <표 3>과 같다.

<표 3> 변이계수에 대한 평가방법

변이계수(CV)	평가방법
0 < CV ≤ 0.5	높은 수준의 합의 정도, 추가 라운드가 필요 없음
0.5 < CV ≤ 0.8	합의 정도가 만족할 수준은 아님. 추가 라운드를 고려할 수 있음
CV > 0.8	낮은 수준의 합의 정도, 추가 라운드가 필요함

##### 2) 내용타당도비율에 의한 문항의 타당도와 중요도 평가

본 연구에서는 델파이 조사 결과로부터 도출된 교구 평가기준에 포함될 문항(준거)들에 대한 타당도와 중요도를 측정하기 위해 Lawshe(1975)의 내용타당도비율(contents validity rate, CVR)을 사용하였다[15]. CVR은 설문의 응답이 타당한지에 대해 판별하는 기준으로 공식은 다음과 같다.

$$CVR = \frac{n_e - \frac{n}{2}}{\frac{n}{2}}$$

CVR 산출식에서 n은 응답한 패널의 수,  $n_e$ 는 응답한 패널 중 긍정적인 답을 한 패널의 수이다. 리커트 5점 척도로 판단하는 본 연구의 설문에서 4점과 5점을 선택한 패널의 수를  $n_e$ 로 정하였다.

Lawshe의 CVR은 응답자의 수에 따라 최소비율이 달라지는 데 본 연구에서 응답자의 수는 25명이기 때문에 CVR의 값이 .37 이상일 때 적절한 의견으로 간주하였다.

타당도에 대한 CVR은 도출된 전체 문항(준거)들 중 교구 선정에 있어 타당한 문항을 판별하는 데 사용되었고, 중요도에 대한 CVR은 타당한 문항들을 중요도에 따라 필수 문항과 선택 문항으로 분류하는 데 활용하였다. 본래 CVR은 도출된 준거(문항)의 타당성을 따지는데 사용되는 방법이나 이 방법을 필수적인 준거를 판별하기 위한 목적으로도 사용한 이유는 “해당 준거를 필수적으로 판정하는 것이 타당한가?”라는 설문의 응답에 대한 CVR 값을 필수요소를 도출하는 데 활용할 수 있다고 판단하였기 때문이다.

### 3.4.3 델파이 결과의 분석

델파이 조사를 통해 합의된 문항(준거)들은 다음과 같은 선별 단계를 거쳐 평가기준을 구성하였다.

[1단계] : 합의된 문항들 각각에 대한 산출된 변이계수값에 따라 해당 문항(준거)의 안정 여부, 즉 추가의 설문 라운드의 시행 여부를 판단한다. 문항의 변이계수값이 .5 보다 큰 경우는 해당 문항(준거)이 안정적이지 못하다고 판단되어 추가 설문 라운드를 실시하고, 변이계수값이 .5 이하인 경우는 문항이 안정적이라고 판단하여 다음 단계로 진행한다.

[2단계] : [1단계]를 통과한 문항(안정적인 문항)들에 대해 타당도 CVR 값을 산출하여 .37 이상인 경우에는 타당도가 높다고 판단하여 평가기준에 포함한다. 그러나 .37보다 작을 경우에는 문항을 탈락시킨다.

[3단계] : [2단계]에서 평가기준에 포함된 모든 문항들에 대해 중요도 CVR 값을 산출하여 .37 이상인 경우 필수 문항으로 분류하고 그렇지 않은 경우는 선택 문항으로 분류한 후에 필수 문항과

선택 문항으로 구성된 평가기준을 완성한다.

변이계수 값, 타당도 CVR 값, 중요도 CVR 값에 의한 판정 기준은 <표 4>와 같다.

<표 4> 변이계수 값, 타당도 CVR 값, 중요도 CVR 값에 의한 판정 기준

변이계수값	타당도 CVR 값	중요도 CVR 값	문항 판정 결과
.5 이하	.37 이상	.37 이상	필수
	.37 이상	.37 이하	선택
그 이외의 경우			탈락

#### 1) 교육과정 적합성

<표 4>는 교구 또는 교구의 활용이 2015 개정 초등 교육과정의 소프트웨어 교육 내용과 성취기준 달성에 도움이 되는지에 대한 ‘교육과정 적합성’ 설문 결과이다.

교육과정 적합성에 대해 수렴된 모든 문항의 변이계수(CV) 값이 0.5 이하로 추가 델파이 라운드는 필요 없었다. 따라서 수렴된 교육과정 적합성에 대한 문항들의 타당도 CVR과 중요도 CVR을 분석한 결과가 <표 5>에 나타나 있다.

<표 5> 교육과정 적합성에 대한 결과

문항	구분	CVR	판정 결과
센서에 대한 간편한 방식으로 데이터 로깅을 할 수 있어야 한다.	타당도	.44	선택
	중요도	.12	
교육내용에 의거하여 분해 조립이 될 수 있다.	타당도	.92	필수
	중요도	.44	
교구는 다양한 입출력 장치를 이용할 수 있다.	타당도	.6	필수
	중요도	.52	
교구는 2종이상의 센서를 사용 할 수 있다.	타당도	.76	선택
	중요도	.36	
수업 내용에 따라 다양한 형태로 변환 될 수 있다.	타당도	.6	필수
	중요도	.44	
기본적인 프로그램 제어구조의 실현이 가능한 블록프로그래밍을 사용하는 다양한 EPL을 지원한다.	타당도	.76	필수
	중요도	.6	
교구는 다양한 오픈소스 하드웨어 등의 범용 부품과 호환되어 세트이외의 부품을 사용할 수 있다.	타당도	.52	선택
	중요도	-.04	
교구는 학생들의 청각적, 시각적 출력과 같은 다양한 표현을 수용하여야 한다.	타당도	.52	선택
	중요도	.36	
교구는 스마트폰과 연계한 활동이 가능하다.	타당도	.12	탈락
	중요도	-.2	
교구를 이용하여 학습자가 스토리텔링을 할 수 있어야 한다.	타당도	.28	탈락
	중요도	.2	
교구를 활용한 수업 후 학습자 능력 증진이 확인된 바 있다.	타당도	.28	탈락
	중요도	.36	
인간의 감각에 관련된 센서를 최소 3종 이상 사용할 수 있어야 한다.	타당도	.44	선택
	중요도	.04	
프로그래밍 활동 후 PC와 연결 없이 단독으로 프로그램을 실행할 수 있다.	타당도	.28	탈락
	중요도	.2	

2) 학습발달단계 적합성

<표 6>는 학습 수준과 발달단계에 관한 문항으로 학습자의 조작 능력과 단계별 학습 지원에 관한 결과이다.

<표 6> 학습발달단계 적합성에 대한 결과

문항	구분	CVR	판정 결과
교구는 컴퓨팅 경험, 학습수준에 의거해 단계별 학습을 지원할 수 있다.	타당도	.84	필수
	중요도	.6	
교구는 부품들이 모듈화 되어 있고 탈부착 가능하며 확장성을 가지고 있어야 한다.	타당도	.68	선택
	중요도	.12	

학습발달단계 적합성에서 타당도 CVR을 분석했을 때 수렴된 모든 문항이 타당한 것으로 판정되었으나 교구가 모듈화 되고 탈부착 되어야 한다는 의견은 중요도가 낮아 평가기준에서 선택 문항(준거)으로 분류하였다.

3) 타교과 적용 가능성

초등 SW교육은 실과 교육의 일환으로 진행되지만 다른 교과와 융합되어 실시될 수 있다. <표 7>은 타 교과에 적용 가능성에 대한 결과이다.

<표 7> 타 교과 적용 가능성에 대한 결과

문항	구분	CVR	판정 결과
과학과 연관된 센서 또는 모듈을 사용할 수 있다.	타당도	.6	선택
	중요도	.12	
수학교과에서 활용할 수 있을 정도로 모듈이 각도, 길이 등에 대해 정교하다.	타당도	.04	탈락
	중요도	-.04	
정보/실과 외 타교과를 위한 예시 지도안이 제시되어 있다.	타당도	1	선택
	중요도	-.04	
교과 교육의 주객진도를 막기 위하여 관련 코드 및 활용 예가 제공되어 빠르게 교과교육에 쓸 수 있어야 한다.	타당도	.84	선택
	중요도	.2	
학생의 예술 활동 및 교과 산출물 제작을 위해 교구는 종이, 찰흙, 나무 등을 활용하여 혼합사용할 수 있다.	타당도	.84	선택
	중요도	-.2	

타교과 적용 가능성과 관련하여 수렴된 문항들 중에서 수학교과에서의 활용을 위한 정교화 문항은 타당도가 낮아 탈락하였고, 나머지 문항들은 중요도가 낮은 선택 문항으로 분류되었다.

4) 성능 및 편의성

<표 8>은 교구의 성능과 학습자의 사용 편의성에 대한 델파이 조사의 결과이다.

<표 8> 성능 및 편의성에 대한 결과

문항	구분	CVR	판정 결과
센서값이 오차 없이 측정 할 수 있다.	타당도	.6	선택
	중요도	.28	
센서의 해상력이 8비트(256단계) 이상이다.	타당도	.04	탈락
	중요도	-.2	
같은 조건 하에서 실행 결과의 신뢰도가 확보 되어야 한다.	타당도	1	필수
	중요도	.84	
교구는 초등학생의 협용력을 감안했을 때 조작이 어렵지 않아야 한다.	타당도	.84	필수
	중요도	.84	
교구를 사용하기 위한 준비시간이 5분이내로 짧아야 한다.	타당도	.84	필수
	중요도	.84	
1~2차시 이내의 수업으로 학생이 직접 조작하여 기본적인 기능을 제어할 수 있어야 한다.	타당도	.68	필수
	중요도	.84	
교사일 경우 처음 사용할 때 매뉴얼 참고하거나 연수를 통해 40분 안에 작동이 가능해야 한다.	타당도	.6	필수
	중요도	.6	

성능 및 편의성에 관해 합의된 문항들의 분석결과, 신뢰성, 조작의 편의성, 교사 준비시간, 교구 자체에 대한 학습자의 학습 시간 등에 관한 문항들은 필수로 분류되었고, 센서 자체에 대한 오차에 대한 문항은 선택 문항으로 분류되었다. 센서의 해상도에 대한 준거는 낮은 타당도와 중요도로 인해 탈락하였다.

5) 안전성

<표 9>는 교구의 안전성에 관한 결과이다.

<표 9> 교구의 안전성에 대한 결과

문항	구분	CVR	판정 결과
교구는 인체에 해로운 재료를 사용하지 않아야 한다.	타당도	1	필수
	중요도	1	
교구는 입으로 빨아도 내용물이 용출되지 않으며 해롭지 않아야 한다.	타당도	.84	필수
	중요도	.84	
교구의 소재가 친환경적이며 화학적으로 안정적이어야 한다.	타당도	.84	필수
	중요도	.84	
교구는 표면을 만졌을 때 날카로운 면이 없거나 날카로운 면에 대한 보호처리가 되어 있어야 한다.	타당도	1	필수
	중요도	.92	
배터리나 전자부품은 케이스를 지니고 있으며 땀이나 액체 등으로 감전 위험에 대한 처리가 되어 있어야 한다.	타당도	.92	필수
	중요도	.92	
장시간 사용 시 심각한 수준의 열이 발생하지 않아야 한다.	타당도	.84	필수
	중요도	.84	
사용 시 열이 발생하지 않거나 발열에 대한 준비가 되어 있어야 한다.	타당도	.84	필수
	중요도	.84	
전기, 전자과 안전마크를 획득하여야 한다.	타당도	1	필수
	중요도	.84	
교구는 유사시 즉시 정지 할 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다.	타당도	.84	필수
	중요도	.68	

교구의 안정성에 대해 수렴된 모든 문항(준거)들이 높은 타당도와 중요도를 보여 필수 문항으로 분류되었다. 이 부분에 대해서는 전문가 패널들의 다수 의견들이 제시되었으며, 탈락하거나 선택으로 분류된 의견이 없다는 것은 이 부분에 대한 교육 현장과 관련 전문가들의 관심과 중요성이 높다는 것을 알 수 있다.

6) 경제성

<표 10>는 교구의 경제성에 관해 수렴된 응답 결과이다.

<표 10> 교구의 경제성에 대한 결과

문항	구분	CVR	판정 결과
교구는 5000원 이하의 가격으로 구입할 수 있다.	타당도	-6	탈락
	중요도	-44	
교구는 3만원 이하의 가격으로 구입할 수 있다.	타당도	-28	탈락
	중요도	-2	
교구는 10만원 이하의 가격으로 구입할 수 있다.	타당도	.2	탈락
	중요도	.12	
교구는 20만원 이하의 가격으로 구입할 수 있다.	타당도	-36	탈락
	중요도	-52	
교구는 30만원 이하의 가격으로 구입할 수 있다.	타당도	-52	탈락
	중요도	-68	
교구는 40만원 이하의 가격으로 구입할 수 있다.	타당도	-6	탈락
	중요도	-68	
교구의 가격은 각 학교의 예산 상황에 맞춰져야 하므로 정할 수 없다.	타당도	.52	선택
	중요도	-.04	

교구의 경제성에 대해 수집된 대부분의 문항들이 높은 변이계수값(>.5) 또는 낮은 CVR 값(<.37)을 가져 탈락되었다. 이는 경제성을 따지기 위해 교구의 가격대를 특정할 수 없다는 의견이 지배적이었다는 점에서 기인한다고 볼 수 있다. 또한 변이계수값과 CVR 값에 의해 ‘선택’ 판정을 받은 “교구의 가격은 각 학교의 예산 상황에 맞춰져야 하므로 정할 수 없다.”는 문항은 준거 자체가 교구 선정 과정에서 사용하기에 모호한 의견이라고 판단되어 평가준거에서 제외하였다. 결과적으로 본 연구에서는 교구의 경제성과 관련한

유효한 문항(준거)은 도출되지 않았다.

7) 서비스 및 접근성

<표 11>은 교구에 대해서 지원 받을 수 있는 서비스의 종류와 질, 접근성에 관한 결과이다.

<표 11> 서비스 및 접근성에 관한 결과

문항	구분	CVR	판정 결과
교구는 적절한 기간의 유상 AS를 받을 수 있다.	타당도	.76	필수
	중요도	.76	
교구는 적절한 기간의 무상 AS를 받을 수 있다.	타당도	.92	필수
	중요도	.92	
교구는 부품별로 1:1 교환이 가능하다.	타당도	.84	필수
	중요도	.68	
교구업체는 기업건전성을 확보하고 있다.	타당도	.68	선택
	중요도	.36	
교구는 진화를 통해 상담, 서비스지원이 가능하다.	타당도	.68	필수
	중요도	.6	
교구는 온라인을 통한 상담 및 서비스 지원이 가능하다.	타당도	.92	필수
	중요도	.92	
교구는 고장 시 부품별 교환할 수 있다.	타당도	1	필수
	중요도	.92	
교구는 수리가 필요한 경우 입고 후 2주안에 사용될 수 있다.	타당도	.76	필수
	중요도	.52	
교구는 방문을 통해 수리할 수 있다.	타당도	.04	탈락
	중요도	-.04	
교구는 택배를 이용하여 사후지원 및 수리할 수 있다.	타당도	.76	필수
	중요도	.68	
교구는 지속적인 펌웨어 업데이트가 지원된다.	타당도	.6	필수
	중요도	.6	
교구는 교사를 위한 연수자료를 가지며 배포하고 있다.	타당도	.92	필수
	중요도	1	
교구는 교사를 위한 학생교육자료를 가지며 배포하고 있다.	타당도	1	필수
	중요도	1	
교구는 구입 시 케이블 등 여분 부품을 추가적으로 더 제공되어 분실에 대비할 수 있다.	타당도	1	필수
	중요도	.84	

‘서비스 및 접근성’ 부분은 패널들에게서 많은 의견이 수집된 영역 중 하나이다. 사후 지원의 유무, 사후지원의 형태, 업데이트 가능 여부, 배포자료 등에 대한 문항들이 있었으며 대부분 문항들이 필수로 판정되었다. 교구를 판매하는 기업 건전성 역시 평가 준거에 포함되어야 한다는 의견이 있었다. 이는 교구를 생산·판매하는 기업이 없어질 경우 사후지원이 불가능하기 때문이라는 이유에서다. 해당 문항은 중요도가 낮아 선택 문항으로 분류되었다.



8) 내구성

<표 12>는 교구의 내구성과 관련한 결과이다.

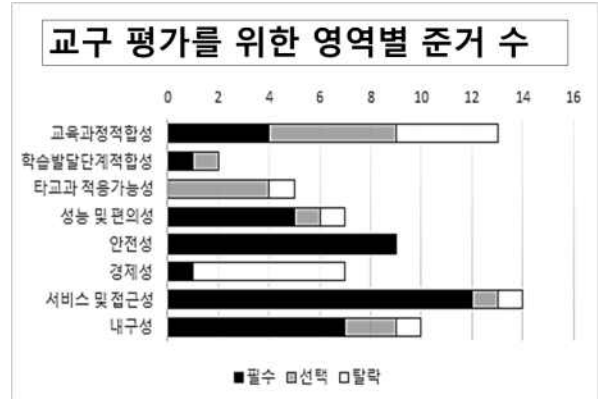
<표 12> 교구의 내구성에 대한 결과

문항	구분	CVR	판정 결과
교구는 생활 방수 처리가 되어 있다.	타당도	.12	탈락
	중요도	-.12	
교구는 책상 높이에서 낙하하더라도 파손되지 않고 정상 작동 할 수 있다.	타당도	1	필수
	중요도	.84	
동일 동작을 1000회 이상 수행하여도 파손 없이 작동할 수 있다.	타당도	.68	선택
	중요도	.36	
직진성의 하락에 따른 모터의 잦은 조정의 필요 없이 반복 사용할 수 있다.	타당도	.92	필수
	중요도	.44	
교구가 모터 등 기계적 동작부분은 손으로 강제로 조작해도 고장 없이 사용할 수 있다.	타당도	.76	필수
	중요도	.44	
교구가 배터리를 사용하고 있을 경우 80분 수업을 소화할 수 있다(블럭 타일 수업 적용).	타당도	.76	필수
	중요도	.6	
교구가 배터리를 사용하고 있을 경우 10분 충전 후 40분 수업을 할 수 있다.	타당도	.44	선택
	중요도	.36	
교구는 고장과 파손이 10% 미만으로 최소 1년간 계속 사용할 수 있다.	타당도	.84	필수
	중요도	.76	
고장이 아닌 소모되는 부품의 경우 별도 교체할 수 있다.	타당도	.92	필수
	중요도	.84	
커넥터 부분이 견고하여 반복해서 결합과 분리해도 파손되지 않는다.	타당도	.92	필수
	중요도	.92	

‘교구의 내구성’에 대한 의견은 생활 방수 여부를 제외 하고 대부분 높은 타당도를 나타내므로 평가준거에 포함하였다. 다만 내구성을 평가하는 방법은 제시되지 않았으므로 이 부분을 활용함에 있어서 별도의 방안이 필요하다.

3.4.4 교구 평가준거의 문항 분석

[그림 1]은 델파이 조사를 통해 수집된 교구 평가를 위한 영역별 준거 수를 나타낸다.



[그림 1] 교구 평가를 위한 영역별 준거 수

[그림 1]을 살펴보면 안전성, 서비스 및 접근성, 내구성과 관련된 문항(준거)들이 상대적으로 많았고 필수 문항의 비율이 높았다. 이 영역들은 교수 학습 상황적 측면의 영역들이었으며 교수학습 목적측면의 요소에 비해 평가 준거를 구체화하기 용이했음을 알 수 있다. 한편 교구의 교수목적 차원에서 고려하는 교육과정 적합성과 학습 발달 단계 적합성 영역에서는 필수 문항에 비해 선택 문항의 비율이 높았다. 이는 패널들이 교구의 교수 목적 차원의 영역의 준거들을 구체화하기 어려워거나 교구의 활용은 다양한 방법으로 이루어질 수 있기 때문에 선택의 여지를 충분히 두어야 한다는 인식 때문인 것으로 분석된다. 또 학습발달단계적합성에 대해서는 2개의 문항만이 수집되었다. 이는 교구와 학습발달단계적합성은 관련이 적거나 패널들의 경험이 부족하다는 등 다양한 해석이 가능하지만 확실하게 추론할 수 없다. 경제성에 대하여는 준거가 도출되지 않아 교구의 가격은 준거로 정하기 어렵다는 인식이 지배적이라는 것을 알 수 있다.

4. 피지컬 컴퓨팅 교구 평가준거의 적용

4.1 적용 대상 및 방법

본 연구에서 개발된 피지컬 컴퓨팅 교구 평가 기준을 국내외에서 시판되고 있는 피지컬 컴퓨팅 교구 5종을 임의로 선정하여 적용한 후 결과를 분석하였다. 평가 준거를 적용 시 선택 준거는 제외 하였다. 선택 준거는 교구를 선택할 때 고려해 볼만한 요소들이나 중요도가 낮은 준거들이며 모

든 교구들이 공통적으로 만족해야 하는 사항은 아니기 때문이다. 평가된 교구는 아두이노나 호환 제품을 단순 패키지화한 제품은 제외하고 교구 판매사 측에서 초등SW교육에서 활용될 수 있다고 홍보되고 있는 제품이다. 이들 교구에 대해 피지컬 컴퓨팅 실물 교구, 교구 판매사의 홈페이지, 카탈로그를 활용하여 분석하였다.

### 4.2 적용 결과

5종의 교구가 불만족한 필수 문항들을 중심으로 교구 평가준거를 적용 결과를 <표 13>에 정리하였다. 적용 결과는 ○와 ×로 표기 하였으며 ○는 만족, ×는 불만족을 의미한다.

<표 13> 교구평가준거 적용결과

구분	문항	교구				
		A	B	C	D	E
교육 과정 적합성	교구는 교육내용에 의거하여 분해 조립이 될 수 있다.	○	○	○	×	×
	교구는 수업 내용에 따라 다양한 형태로 형태 변환될 수 있다.	×	×	×	×	×
학습 발달 단계 적절성	교구는 컴퓨팅 경험, 학습수준에 의거해 단계별 학습을 지원할 수 있다.	×	×	×	×	×
성능 및 편리성	교구는 초등학생의 협응력을 감안했을 때 조작이 어렵지 않아야 한다.	×	×	○	×	○
안전성	교구는 표면을 만졌을 때 날카로운 면이 없거나 날카로운 면에 대한 보완처리가 되어 있어야 한다.	×	×	○	○	×
	배터리나 전자부품은 케이스를 지니고 있으며 땀이나 액체 등으로 감전위험에 대한 처리가 되어야 한다.	×	×	○	×	×
	사용 시 열이 발생하지 않거나 발열에 대한 준비가 되어 있어야 한다.	×	×	○	○	×
	교구는 유사시 즉시 정지할 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다.	×	×	×	×	×

### 4.3 적용 결과 분석

5종의 교구는 교육과정 적합성에 대해서 필수 문항의 대부분을 만족하였으나 “교구는 교육내용에 의거하여 분해 조립이 될 수 있다.”와 “교구는 수업 내용에 따라 다양한 형태로 형태 변환될 수 있다.”에 대해서는 불만족하였다. 이들 교구는 조립, 변형 능력이 없기 때문에 성취기준 “[6실

05-07] 여러 가지 센서를 장착한 로봇을 제작한다.”를 해당 교구를 통해 성취하는 것은 불가능한 것으로 판단된다. 학습발달 단계 적절성의 문항들 중 “교구는 컴퓨팅 경험, 학습수준에 의거해 단계별 학습을 지원할 수 있다.”에 대해서는 모든 교구가 불만족으로 판단되었다. 성능 및 편리성 부분의 문항 “교구는 초등학생의 협응력을 감안했을 때 조작이 어렵지 않아야 한다.”에 대해서는 3개 교구가 불만족하였다. 초등학생의 조작 능력은 성인에 비해서 크게 떨어지는데 버튼의 크기, 모듈 간 결합되는 커넥터의 사용방법을 따졌을 때 학습자들이 어려움이 발생할 것으로 예상된다.

안전성에 대해서는 대부분의 교구가 “교구는 표면을 만졌을 때 날카로운 면이 없거나 날카로운 면에 대한 보완처리가 되어 있어야 한다.”, “배터리나 전자부품은 케이스를 지니고 있으며 땀이나 액체 등으로 감전위험에 대한 처리가 되어야 한다.”, “사용 시 열이 발생하지 않거나 발열에 대한 준비가 되어 있어야 한다.”, “교구는 유사시 즉시 정지 할 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다.”는 문항에서 불만족 평가를 받았다. 피지컬 컴퓨팅 기반의 교구들은 전자회로를 기반으로 작동하는데 이를 구성하는 교구의 형태, 부품의 발열 상태, 필요시 긴급 정지 기능 등에서 문제가 있음이 발견되었다.

## 5. 결론 및 제언

### 5.1 결론

본 연구는 2015 개정 초등 교육과정에서 효과적인 SW교육을 위해 활용될 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교구를 평가하기 위한 준거를 델파이 기법을 통해 도출하고, 이 준거에 의해 현재 상용화되어 있는 5종의 교구를 평가하였다.

연구 결과 델파이 조사를 통해 2015 개정 초등 교육과정에서 효율적인 SW 교육을 위해 활용될 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교구의 평가 준거를 교육 목표에 따라 ‘교육과정 적합성’, ‘발달단계 적절성’, ‘타 교과와의 적용 가능성’의 3영역과 교육 상황에 따라, ‘성능 및 편리성’, ‘안전성’, ‘서비스 및

접근성', '내구성'의 4개 영역에 대해 개발하였다.

또한 현재 출시되어 사용되고 있는 임의의 5종의 교구에 본 연구에서 개발된 평가준거를 적용하여 2015 개정 초등교육과정의 적합성을 진단하였다. 진단 결과 5종의 교구는 많은 준거들을 만족하였다. 그러나 패널들로부터 많은 의견이 제시되고 강조된 안정성에 대해서는 5종 교구들이 현저하게 불만족하였다.

본 연구는 다음과 같은 시사점을 가진다.

첫째, 초등학생의 효과적인 SW교육에 활용될 수 있는 피지컬 컴퓨팅 교구를 선정할 때 교사들의 사려 깊은 과정이 요구된다. 본 연구에서 2회의 델파이 조사 결과, 교육과정에 적합한 교구선정을 위한 SW교육 전문가들의 의견은 51개의 문항으로 수렴되었다. 이들 문항은 '교육과정 적합성', '학습 발달 단계 적절성', '실과 외 타교과 적용 가능성', '성능 및 편리성', '안전성', '서비스 및 접근성', '내구성'의 7개 영역에 걸친 것으로 교구를 평가하기 위한 차원이 입체적임을 의미한다. 만약 이러한 다양한 차원의 준거를 만족하지 못하는 교구를 활용하여 SW에 대한 교수·학습을 진행한다면 학습자에게는 인지적인 부담, 교사에게는 수업준비의 부담이 발생될 것으로 예상된다. 또한 교육현장에서 교구 확보를 위한 예산은 한정적이며 다양한 종류의 교구를 동시에 구비할 수 없는 상황이라는 것을 고려 할 때 신중을 기할 필요가 있다.

둘째, 초등 SW교육에서 사용되는 피지컬 컴퓨팅 교구들은 일부 보완이 필요하다. 평가준거의 평가 항목 중 필수 항목들만 따져보았을 때 성능 및 편리성에서 일부 교구는 학습자의 협응력 수준으로 조작성이 어려울 수 있다는 판단을 할 수 있었으며, 안전성 부분에서 일부 교구는 감전위험, 부상위험, 화상 위험 등을 평가하는 항목에서 부적절 판정을 받았다. 이러한 교구들을 초등학교 현장에서 사용할 수 없는 것은 아니나, 교사들의 부가적인 노력이 필요할 것이다.

## 5.2 제언

본 연구의 결과를 바탕으로 향후 진행될 연구를 위해 다음과 같이 제언한다.

첫째, 평가준거 중 '내구성' 등의 부분에 대한 추가적인 논의가 필요하다. 델파이 과정의 개방형 설문에서 교구의 '모터의 성능 하락', '배터리 방전' 등 내구성 요인으로 인한 수업실패에 관한 의견이 패널 간 공유되었다. 이와 같은 사례를 보았을 때 교구의 내구성은 교수목적달성을 위해 교구가 보장해야 하는 영역이며, 양적으로도 델파이 조사 중 가장 많은 의견이 나온 영역이다. 그럼에도 불구하고 관련 준거의 만족을 비파괴적, 즉시적 방법으로 검증할 수 없는 한계가 있다. 따라서 효과적인 방법으로 교구의 내구성을 검증할 수 있도록 평가 항목과 평가 방법 등을 개선할 필요가 있다.

둘째, 본 연구를 통해 개발된 평가준거별 가중치 등을 개선하여 보완할 필요가 있다. 본 연구 과정 중 피지컬 컴퓨팅 기반 교구 평가준거를 이용하여 2015 개정 초등 교육과정의 SW교육을 위해 교구가 갖추어야 할 조건을 5종의 교구에 대해 평가하였다. 이 5종의 교구를 평가 하는 과정에서 상용화된 교구들의 강점과 단점을 항목별로 비교 해 볼 수 있었다. 그러나 부적합 판정을 받은 항목이 교수·학습에 있어서 얼마나 치명적인 영향을 줄지에 대해서는 가늠하는 것이 불가능하다. 더 중요한 항목, 덜 중요한 항목을 가중치를 두어 계량화하고 복수평가자에 의해 신뢰도를 산출하여 도구화 된다면 평가준거가 현장에서 교구 선정에 효율적으로 이용될 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 교육부 (2015). 2015 개정 교육과정 총론. 교육부 고시 제 2015-74호.
- [2] 강혜진 (2005). 프로그래밍 기초 능력 배양을 통한 아동의 논리적 사고력 신장에 관한 분석. 석사학위. 숙명여자대학교.
- [3] 대구화남초등학교 (2016). SW교구 활용 교사연구회 최종보고서. 한국과학창의재단.
- [4] 라채림(2017). 엔트리(Entry)를 활용한 피지컬 컴퓨팅 학습 프로그램 개발. 석사학위. 대구교육대학교 교육대학원.
- [5] 이은경(2007). 컴퓨터교과교육 : 로봇 프로그

래밍 학습이 문제해결력에 미치는 영향. **컴퓨터교육학회논문지**, 10(6), 19-27.

- [6] 전성균(2016). **지속가능한 흥미 발달을 위한 피지컬 컴퓨팅 활용 프로그래밍 교육 연구**. 박사학위. 한국교원대학교대학원
- [7] 김경현 (2011). **로봇활용수업이 학생의 학습 몰입 향상에 미치는 효과**. **한국컴퓨터교육학회**, 14(2). 1-12.
- [8] Dan, O., & Tom, I.(2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers.* : Course Technology Press.
- [9] 교육부 (2015). **2015 개정 교육과정 각론. 실과(기술가정) 교육과정.**
- [10] 박성익, 임철일, 이재경, 최정임(2006). **교육 방법의 교육공학적 이해**. 교육과학사.
- [11] Bates, A. W. (Tony). (1995). *Technology, Open Learning and Distance Education.* London: Routledge..
- [12] 이종성(2001). **텔파이 방법**. 교육과학사.
- [13] 이영재(2017). 2015 개정 교육과정의 초등학교 소프트웨어 교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 교구 선택 기준 개발 및 적용. **정보교육학회 논문지**, 21(4), 437-450.
- [14] 강영호, 윤석준, 강길원, 김창엽, 유근영, 신영수(1998) 텔파이법을 적용한 암 연구수준의 평가. **대한예방의학회**, 31(4), 844-856.
- [15] 강용주(2008). **텔파이 기법의 이해와 적용 사례**. 한국장애인고용노동단.



## 전 형 기

- 2010 전주교육대학교 수학교육과 (교육학학사)
- 2018 한국교원대학교 컴퓨터교육과 (교육학석사)

2010~현재 초등학교 교사 (현 태인초등학교)  
 2018~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정  
 관심분야: 컴퓨터교육, EPL, 피지컬 컴퓨팅, 임베디드 프로그래밍  
 e-mail: hatchling@outlook.kr



## 김 영 식

- 1982 서울대학교 전기공학과(공학사)
- 1987 노스캐롤라이나주립대학교 전기 및 컴퓨터공학(공학석사)

1993 노스캐롤라이나주립대학교 전기 및 컴퓨터공학(공학박사)  
 1993~1994 한국전자통신연구소 선임연구원  
 1995~1996 한국전자통신연구소위촉연구원  
 1996~1998 한국전자통신연구소초빙연구원  
 1994~현재 한국교원대학교컴퓨터교육과교수  
 관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래밍 교육, 임베디드 프로그래밍, e-Learning  
 E-Mail: kimys@knue.ac.kr