

릴리패드 활용 E-Textile 동아리 수업 사례 연구 : 미술과 테크놀로지의 융합을 중심으로

최형신* · 박주연** · 소효정***

춘천교육대학교 컴퓨터교육과* · 이화여자대학교 부속초등학교** ·

이화여자대학교 교육공학과***

요 약

디지털 시대의 아동들은 자신의 아이디어를 물리적 환경과 디지털 환경 모두에서 표현하며 살아간다. 전자적 텍스타일 즉 E-Textile은 릴리패드 아두이노를 활용하여 아동들이 자신의 디자인 기회를 탐색하고 상상한 것을 물리적 객체로 실현할 수 있는 기회를 제공한다. 본 연구는 서울 소재 한 초등학교의 5~6학년 학생 16명으로 구성된 동아리 수업에서 12주간 E-Textile 프로젝트를 기획하고 구현하는 과정에서 나타난 학생들의 활동과 관점을 분석하고자 하였다. 이를 위해 동아리 수업 참여 교사 두 명이 학생들의 창작 활동을 기술적(technical), 비평적(critical), 창의적(creative), 윤리적(ethical) 수행 관점에서 관찰 평가하고, 7명의 학생을 인터뷰하여 구체적인 경험을 도출하였다. 본 연구는 초등학교 현장에서 미술과 테크놀로지를 융합하는 E-Textile을 적용해 본 사례로서 향후 이를 실행하고자 하는 교사들에게 시사점을 제공한다는 점에서 의의가 있다.

키워드 : 전자적 텍스타일, 동아리 활동, STEAM 교육, 릴리패드 아두이노, 피지컬 컴퓨팅

Case Study of E-Textile Club Activities using Lilypad : Focusing on Integrating Arts Craft and Technology

Hyungshin Choi* · Juyeon Park** · Hyo-Jeong So***

Dept. of Computer Education, Chuncheon National University of Education* ·

Ewha Womans Univ. Elementary School** ·

Dept. of Educational Technology, Ewha Womans University***

ABSTRACT

In the digital age, children can express their ideas in both physical and digital environments. Electronic textile or e-textiles with Lilypad Arduino provides children with opportunities to explore design ideas and to realize their imagination into physical artefacts. This study aims to analyze the nature of activities and perceptions among 16 children in fifth and sixth grade in a primary school in Seoul who participated in the 12-week e-textile project.

본 연구의 일부 내용은 2016 International Conference of the Learning Sciences에서 발표됨.

교신저자 : 박주연(이화여자대학교 부속초등학교)

논문투고 : 2016-08-11

논문심사 : 2016-08-12

심사완료 : 2016-08-29

To this end, two teachers who taught the class evaluated student-created artefacts from technical, critical, creative and ethical perspectives, and interviewed seven students to extract concrete experiences. The contribution of this study is that it offers a case study of how e-textile programs integrating arts and technology can be implemented in primary school settings and provides implications for future research directions.

Keywords : E-Textiles, Club Activities, STEAM Education, Lilypad Arduino, Physical Computing

1. 서론

디지털 세상에서 아동들은 물리적 환경과 디지털 환경 모두에서 자신의 아이디어를 표현하고 살아간다. ‘피지컬 컴퓨팅(physical computing)’은 물리적인 세상과 가상의 세상을 연결하여 아이디어를 표현하고 물리적 환경에 반응하도록 기능하는 산출물을 만들 수 있게 한다[9]. 피지컬 컴퓨팅은 하드웨어를 사용함으로써 텐저블 학습(tangible learning)을 가능하게 할뿐만 아니라, 다양한 방법으로 시도할 수 있어서 학생의 특성에 맞게 동기를 부여하고 학생들이 다양한 방식으로 자신의 아이디어를 표현하게 하는 창의적 학습을 가능하게 한다[3].

피지컬 컴퓨팅 교육에 활용되는 도구로 대표적인 아두이노 보드의 한 종류인 릴리패드(LilyPad) 아두이노는 직물, 옷, 가방, 모자 등에 전기가 통하는 전도성 실로 바느질하여 부착시키고 컴퓨터로 작성한 프로그램을 다운로드하여 작동하게 하는 마이크로 컨트롤러이다[1]. 전자적 텍스타일, 즉 E-Textile은 릴리패드 아두이노를 활용하여 아동들이 자신의 디자인 기회를 탐색하고 상상한 것을 물리적 객체로 실현할 수 있는 기회를 제공한다. 예를 들면 릴리패드를 활용하여 어두워지면 불이 들어오는 티셔츠, 버튼을 누르면 여러 가지 패턴으로 LED가 반짝이는 가방, 위험한 순간 터치하면 사이렌이 울리는 방법용 모자 등을 만들 수 있다[1]. 이러한 생활 용품을 만드는 과정에서 학생들은 컴퓨팅의 원리를 배우면서 자신의 스타일로 생활 소품을 만들어 창의성을 발휘할 수 있다. 또한 센서를 사용하여 여러 가지 상황이나 환경에 반응하는 소품을 만들어 보면서 학생들은 테크놀로지가 생활 소품 속에서 작동하는 실재를 경험하게 되고 테크놀로지의 유용함과 가치를 실감하게 된다.

그러나 국내에서는 아직 초등학생을 대상으로 릴리패드를 사용하여 컴퓨팅 원리를 배우거나 경험하게 하는

교육 사례를 찾아보기 힘든 실정이다. 이에 본 연구는 한 초등학교의 5-6학년 동아리 수업에서 릴리패드 아두이노를 활용하여 12주간 E-Textile 프로젝트를 기획하고 구현하는 과정에서 학생들의 활동 및 경험을 관찰하고 분석하고자 하였다. 이를 위해 흥미기반 미술 학습 프레임워크(interest-driven arts learning framework)[12]를 분석의 틀로 활용하고 네 개의 수행 영역 즉, 기술적(technical), 비평적(critical), 창의적(creative), 윤리적(ethical) 수행 영역에서 학생들의 동아리 수업 활동을 관찰 평가하고, 학생들을 인터뷰하여 구체적인 경험을 도출하고자 하였다.

2. 이론적 배경

2.1 Crafting Technology와 흥미기반 미술 학습

디자인이란 복잡성을 가진 비구조화된 문제를 해결하는 과정으로 볼 수 있다[5][15]. 디자인은 본질적으로 확산적 사고와 수렴적 사고의 순환적 과정을 동반하며, 동시에 다양한 분야의 지식적 융합을 요구한다. 따라서 디자인을 교수학습 방법론으로 적용하여 과학 학습 및 고차원적 사고를 함양하고자 하는 연구가 다수 진행되었으며, ‘Learning by design’은[6][14] 이러한 맥락의 연구의 대표적 사례로 볼 수 있다. 최근에는 학교환경에서의 디자인 기반 교수방법론 뿐만 아니라 학교 밖 환경에서 일어나고 있는 흥미기반의 메이커(Maker) 문화에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 창의적 활동은 최근 라즈베리 파이, 아두이노, 릴리패드와 같이 초보자들도 쉽게 자신만의 하드웨어 창작을 가능하게 한 ‘crafting technology’의 발달과 보급에 기인한다고 볼 수 있다[2].

Buechley et al.(2008)[1]은 crafting technology의 한

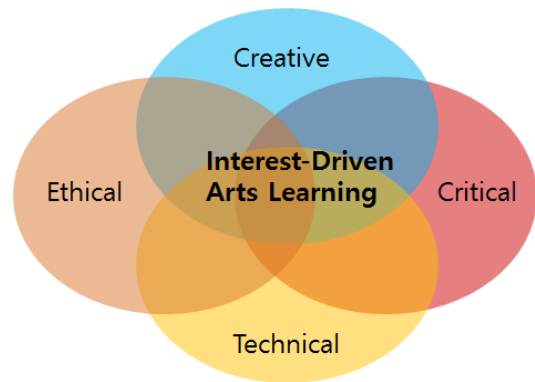
종류인 릴리패드 아두이노를 제시하며, 이 직물기반의 창작 키트(kit)를 컴퓨터 교육에 활용할 경우 학생들의 창작 활동에 대한 참여를 높이고, 심미적(aesthetic) 사고를 가능하게 하며, 특히 그동안 컴퓨터 전공에서 소수에 불과했던 여학생들에게 쉽게 다가갈 수 있다고 주장한다. 구성주의에 기반한 창작활동은 기존의 로봇활용 교육에서도 강조되었으며 새로운 관점은 아니다. 그러나 쉽게 분해 및 조립이 가능한 로봇 키트에 비해, 릴리패드를 활용한 E-textile의 경우 학생들이 창작에 들어가기에 앞서 주의 깊게 공학적 설계 및 심미적 디자인을 해야 한다는 점에서 차이점을 발견할 수 있다. 이는 E-textile 창작활동에서 즉흥적 사고보다는 체계적인 공학적 사고와 심미적 고려가 초기 설계 단계에서부터 주의 깊게 요구됨을 의미한다.

Crafting technology에서 보듯 미술과 공학의 융합적 관점이 교육에 주는 시사점은 Peppler(2013)[12]가 제시한 디지털 시대의 ‘흥미기반 미술 학습’의 틀에서 찾을 수 있다. Peppler(2013)[12]는 최근 십대들의 미디어 창작 활동 패턴에 주목하며, 다양한 미디어를 통합하고 소셜 미디어를 활용하는 “Remix Learning”이 일어나고 있다고 주장한다. 미디어 학자인 Mimi Ito et al.(2010)[7]은 십대들의 창작활동을 또래와의 상호작용인 “hanging out”과 새로운 미디어를 탐색하며 전문성을 기르는 “messing around”의 과정으로 정의하며 이러한 미디어 창작 및 공유 활동이 비행식적 학습의 큰 부분을 차지하고 있다고 제시한다.

지금까지 학교기반의 미술교육이 소위 “studio thinking”에 기반을 둔 정형화된 미술 전문가 양성에 초점을 둔 반면, 흥미기반 미술 학습은 비행식적이고 팝미디어의 영향을 받은 십대들의 흥미를 학습의 기반으로 활용하는 관점으로 볼 수 있다. 따라서 Peppler(2013)는 흥미기반 미술 학습을 ‘학생들이 자신의 창작적 요구와 관심사를 조사 및 학습하고, 이를 사회적 틀 안에서 동일한 관심사를 공유하는 또래와 연결하는 참여 유형’(p.11)으로 정의한다. Peppler가 제시한 흥미기반 미술 학습의 틀에는 기술적, 비평적, 창의적, 윤리적 실제의 네 가지 요소가 유기적으로 연결된다(Fig.1)[12]. 이는 흥미기반 미술 학습을 통해 학생들이 컴퓨터 코딩과 같은 공학적 지식을 학습할 수 있으며, 창작품을 주의 깊게 관찰하고 학습하면서 비판적 사고력을 기르고, 동시에 심미적 원

칙을 적용하여 창의적 표현을 할 수 있음을 의미한다. 더불어 창작활동을 통해 창작물 윤리에 대한 학습도 가능하게 한다.

본 연구에서는 학생들의 릴리패드 프로젝트 기획 및 구현 활동을 흥미기반 미술 학습 프레임워크의 네 영역을 비롯하여 각 영역이 겹치는 융합적 부분에서 어떻게 나타나는지 조명해 보고자 하였다.



(Fig. 1) Interest-Driven Arts Learning Framework[12, p.22]

2.2 릴리패드의 교육적 활용

릴리패드 아두이노는 공학적 설계뿐만 아니라 텍스타일 디자인을 통해 심미적 디자인을 구현할 수 있어 STEAM 교육에 적합한 도구로 간주된다. 이론적 관점에서 볼 때 E-textile을 통한 창작활동은 Seymour Papert(1993)[10]의 구성주의(constructionism)적 관점에 기초하고 있다. 구성주의적 관점에서 볼 때 릴리패드를 활용한 학습의 효과는 학습자가 물리적 도구를 활용하면서 자연스럽게 자신의 사고과정 및 반응에 대한 피드백을 받을 수 있어 고차원적 문제해결에 도움이 되는 매커니즘에 기인한다고 볼 수 있다. 기존의 하드웨어 중심의 아두이노 활용과 차별되는 릴리패드 E-textile의 효과는 크게 심미적 창의적 사고 및 여학생의 공학적 활동 참여 측면에서 연구되었다[1].

최근 국내에서 과학, 수학, 공학, 예술 영역간의 융합을 강조하는 STEAM교육에 대한 관심이 높아지고 있음에도 불구하고, 릴리패드 아두이노의 교육적 활용에

대한 국내 연구는 그리 많지 않은 실정이다. 소수의 연구 중 박영선 외(2013)[11]는 릴리패드 아두이노를 활용한 STEAM 교육 프로그램의 개발 과정을 보고하였다. ‘크리스마스 트리 만들기’라는 프로그램의 주제를 통해 학생들은 과학과 수학적 지식을 실과 및 미술, 프로그래밍 기술과 접목하여 창의적인 작품을 구상하고 다른 학생들과 공유하는 과정을 경험한다. 이 연구는 릴리패드를 활용한 STEAM 교육 프로그램을 통해, 학생들이 여러 교과지식을 활용한 융합적 사고를 키울 수 있으며, 프로그래밍과 실생활을 연결시킬 수 있으며, 수공예와 공학의 결합을 통해 여학생들이 자연스럽게 이공계 분야에 관심을 가지는 기회를 마련할 수 있다는 장점을 제시하였다. 최정원 외(2015)[4]의 연구에서는 릴리패드를 활용한 수업이 초등학생의 창의적 문제해결에 미치는 효과를 분석하였다. ‘밤길의 보행안전을 위한 발광채 제작’이라는 주제로 초등학교 6학년 학생들이 4주간 E-textile을 활용한 STEAM 교육에 참여하였다. 연구결과 참여 학생의 창의적 문제해결력이 비교집단에 비해 유의하게 높았으며, 특히 자기 확신과 독립성, 확산적 사고에서 높은 점수를 기록하였다. 기존의 연구결과를 종합할 때, 릴리패드를 활용한 E-textile 교육이 창의적 문제해결력에 도움이 됨을 알 수 있다.

그렇다면 이러한 Crafting technology를 활용한 E-textile이 교육적으로 효과적인 이유는 무엇인가. 이에 대한 해답 중 하나는 E-textile을 통해 가능해진 활동 유형의 메커니즘에서 찾을 수 있다. Marshall(2007)[8]은 텐저블 인터페이스가 학습에 미치는 영향을 설명하면서, 텐저블 인터페이스는 학습자가 ‘탐색적 활동(exploratory activity)’과 ‘표현적 활동(expressive activity)’에 참여하는 것을 도와준다고 주장한다. 먼저 탐색적 활동의 경우 학생들이 텐저블 시스템을 조작하며 빠르게 실험을 진행하고 즉각적 피드백을 받을 수 있어 자연스럽게 직관적으로 현상을 받아들여 인지적 부하가 최소화된다고 주장한다. 표현적 활동의 경우 텐저블 인터페이스는 추상적-구체적 표상 그리고 물리적-디지털 인터페이스를 넘나드는 사고와 표현을 가능하게 하여 학습자의 표현능력을 신장시킬 수 있다는 점에서 효과적이다.

3. 동아리 수업 프로그램 설계

본 연구의 프로그램은 초등학교에서의 정규교육과정 중 하나인 창의적 체험활동 중 동아리 수업으로 총 12주차로 구성되었다. 본 동아리 수업은 릴리패드에 대한 이해 및 아두이노 프로그래밍 실습을 통해 책갈피와 쿠션 등의 생활품을 직접 창작해보는 개별 프로젝트로 구성되었다. 교수설계적 측면에서 살펴보면 본 프로그램은 학생들이 피지컬 컴퓨팅의 개념을 이해하고, 아두이노 릴리패드에 대한 이해 및 프로그래밍 실습이라는 기능적 측면에서의 프로그래밍 능력의 향상을 돕고자 하였다. 더불어 학생들이 이러한 프로그래밍 요소를 실생활의 문제로 전이시켜, 창의적으로 생활품을 제작하는데 적용함으로써 피지컬 컴퓨팅을 통한 외적 구현을 경험할 수 있도록 수업을 구성하였다.

구체적인 프로그램 주제와 내용을 살펴보면 크게 세 개의 영역으로 나눌 수 있다. 첫 번째는 피지컬 컴퓨팅의 이해와 아두이노 릴리패드에 대한 이해, 두 번째는 아두이노 프로그래밍 실습하기로 LED를 동시에 불켜기, 순차적으로 불켜기와 부저센서 활용하기, 세 번째는 릴리패드를 이용한 개별 프로젝트로 책갈피와 쿠션을 제작하였다. 개별 프로젝트 진행과정은 아이디어를 스케치하고 작품을 기획한 후, 아두이노 프로그래밍을 하여 릴리패드에 업로드하기, 회로도를 구성하고 펠트지로 작품 제작하기, 스티치하여 작품을 완성하고 평가하기의 과정을 포함하였다. 구체적인 학습내용은 <Table 1>에서 제시하였다.

<Table 1> Learning content of E-Textile Club Activities

Wk	Topic
1	Understanding physical computing and sensor boards
2	Understanding Lilypad Arduino
3	Introducing Lilypad led and conductive thread
4	Making bookmarks using Lilypad led(1) - Composing simple linear schematic
5	Making bookmarks using Lilypad led(2) - Composing complex cross way schematic
6	Programming using Arduino(1) - Blinking leds together
7	Programming using Arduino(2) - Blinking leds sequentially

8	Programming using Arduino(3) -Connecting the buzzer sensor
9	Designing my project
10	Coding using Arduino for my project
11	Composing schematic and making appearance
12	Completing my project and presenting

4. 자료 수집

4.1 학습자 특성 및 학습 동기 조사

동아리 수업에 참여한 학생들을 대상으로 동아리 수업 전에 소프트웨어 교육 태도에 대한 검사(9문항)와 프로그래밍에 대한 학습동기 검사(20문항)를 실시하였다. 소프트웨어 교육 태도에 대한 문항의 예시로는 ‘나는 소프트웨어를 잘 배울 수 있다고 확신한다’가 있으며, Likert 5점 척도로 측정하였다. 프로그래밍에 대한 학습동기 검사 문항의 예시로는 ‘나는 새로운 프로그래밍 개념을 배울 때 그것들을 이해하려고 노력한다’가 있으며, Likert 5점 척도로 측정되었다. 또한, 소프트웨어에 대한 학생들의 사전 인식 및 경험에 대한 설문을 실시하였다.

4.2 루브릭 평가

앞서 제시된 흥미기반 미술 학습 프레임워크에 기반하여 기술적, 비평적, 창의적, 윤리적 영역의 세부 요소들에 대해 루브릭(상: 3점, 중:2점, 하:1점)을 구성하여 활용하였다. 첫째, 기술적 영역은 미디어 생성에 필요한 기술적 역량을 말하며 세부 요소로는 코딩, 디버깅, 재목적화를 포함한다. 둘째, 비평적 영역은 미디어 생성을 위해 아동이 가지는 비평적 역량으로 미디어의 관찰 및 해체, 평가 및 성찰, 리믹싱을 포함한다. 셋째, 창의적 영역은 아동이 미디어를 생성할 때 필요한 예술적 선택과 다중모드의 연결 역량을 포함한다. 끝으로 윤리적 영역은 미디어 생성에 관련된 지적 소유권, 내부 정보의 공유, 협력 및 공유를 포괄하는 수행을 의미한다. 루브릭 평가는 동아리 수업 참여 교사 2인이 학생들의 프로젝트와 활동 과정을 독립적으로 평가하고 교사 2인의 평균 점수를 사용하였다.

4.3 성찰일지 및 인터뷰

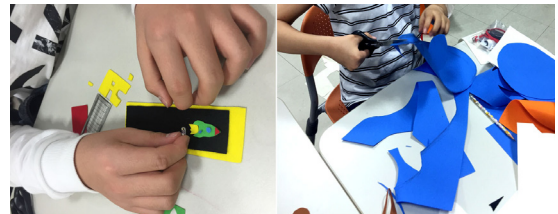
본 연구에서는 흥미기반 미술학습 프레임워크에 기반한 교사의 루브릭 평가에 의한 양적인 연구 방법 이외에 추가로 학생들은 자신들의 경험을 성찰일지로 작성하였고, 인터뷰를 통해 질적 자료도 수집하여 분석하였다.

성찰일지는 동아리 수업의 마지막 시간에 작성하였다. 한 학기 동안 동아리 수업에 참여한 과정에 대해 함께 이야기를 나누고 스스로 돌아보면서 이를 글로 작성하도록 하였다. 인터뷰는 학생들의 실제 프로젝트 경험에 기반한 산출물-기반 인터뷰(artifact-based interviews)로 진행하였는데 학생들로부터 한 학기 동안의 동아리 수업관련 경험과 생각, 감정적 요소들을 보다 구체적으로 이끌어낼 수 있다는 장점을 가진다.

인터뷰에는 연구 참여 교사 1명과 동아리 수업 참가 학생 16명 중에서 6학년 여학생 4명, 6학년 남학생 1명, 5학년 남학생 1명, 5학년 여학생 1명이 참가하였으며, 2016년 7월 18일부터 7월 22일까지 학교에서 실시하였다. 인터뷰는 음성 파일로 녹음되었으며, 앞서 제시된 흥미기반 미술 학습 프레임워크의 네 가지 개별 영역과 융합적 영역에 해당하는 주제를 중심으로 분석되었다.

4.4 릴리패드 개별 프로젝트

본 연구에서 학생들은 실제 작품을 제작하기 전에 기획서를 그림으로 그려서 작성하였고 작품을 제작할 때에는 이를 바탕으로 수정, 보완하여 작품을 완성하였다. 학생들이 작품을 제작하는 과정은 (Fig. 2)에 제시하였다. 또한, 학생들이 제작한 개별 프로젝트 산출물의 내용은 <Table 2>에 제시하였다.



(Fig. 2) Project Production Process

<Table 2> Students' Products

Category	Plans	Products
Bookmark		
Cushion		
		

5. 연구 결과

5.1 학습자 특성 및 학습 동기

동아리 수업에 참여한 학생들을 대상으로 소프트웨어 교육 태도에 대한 검사 결과 평균 4.0 이상으로 나타나 긍정적인 태도를 가진 학생들이 동아리 수업에 참여한 것으로 나타났다.

또한, 프로그래밍에 대한 학습동기 검사 결과 평균 3.9로 프로그래밍에 대한 학습 동기가 높은 편인 학생들이 동아리 수업에 참여한 것으로 나타났다<Table 3>.

또한, 동아리 수업 전에 소프트웨어에 대한 학생들의

사전 인식 및 경험에 대한 설문 결과, 소프트웨어에 대해 잘 알고 있다는 학생이 4명, 어렵듯이 알고 있다는 학생이 11명, 잘 모르겠다는 학생이 1명인 것으로 나타났다. 프로그래밍 경험에 대한 질문에서는 몇 번 해본 적이 있는 학생이 7명, 가끔 한다는 학생이 6명, 자주 하고 있다는 학생이 3명인 것으로 나타났다.

<Table 3> Students' Characteristics(n=16)

	Min	Max	M	SD
Attitude toward SW Education	2.33	5.00	4.06	.72
Learning Flow of Programming	2.90	4.55	3.90	.56

이러한 학습자의 특성을 종합해 보면, 아직은 소프트웨어에 대해 정확히는 모르고 있고, 자주는 아니지만 프로그래밍 경험을 가지고 있으며, 소프트웨어에 대한 긍정적인 태도와 프로그래밍에 대한 학습동기가 높은 학생들이 동아리 수업에 참여한 것으로 나타났다.

5.2 루브릭 평가 결과

학생들의 프로젝트와 활동 과정을 흥미기반 미술 학습 프레임워크 기반 루브릭으로 평가한 결과는 <Table 4>와 같이 나타났다. 전체적으로 살펴 볼 때 네 영역 모두에서 '중(2점)' 이상의 평가를 받은 것으로 드러났다. 기술적 영역에서 코딩 부분이 상대적으로 낮게 나타난 것은 참여 학생들이 스크래치 프로그래밍 경험은 있었지만 C언어와 같은 명령어 입력 방식의 프로그래밍 경험이 없어서 교사에게 많이 의지하였기 때문이다. 윤리적 영역의 평가는 학생들이 본 프로젝트에서 타인의 아이디어를 모방하기 보다는 자신만의 아이디어로 창작을 하였으므로 상대적으로 높은 점수를 얻은 것으로 평가된다. 이러한 결과는 본 동아리 수업 참여 학생들이 소프트웨어교육에 대해 가진 긍정적인 태도와 프로그래밍에 대한 높은 학습동기와도 관련이 있을 것으로 보인다.

<Table 4> Teacher's Evaluation of the Students' Projects(Scale 1:Low/2:Medium/3:High)(n=16)

Participatory Competency	Practices	Mean
Technical Practice	Coding	2.41
	Debugging	2.47
	Repurposing	2.63
Critical Practice	Observing/Deconstructing Media	2.44
	Evaluation/Reflecting	2.53
	Referencing, Reworking/Remixing	2.47
Creative Practice	Making Artistic Choices	2.59
	Connecting Multimodal Sign Systems	2.47
Ethical Practice	Crediting Ownership	3.00
	Providing Inside information	2.69
	Respectful Collaboration and Sharing	2.97

5.3 성찰 일지 및 인터뷰 분석

5.3.1 기술적 수행 관점

기술적 수행의 관점에서는 학생들이 기술적 문제에 맞닿았을 때 끈기있게 끝까지 건디며 해결했던 경험과 프로젝트를 완성하는 과정에서 아이디어를 재사용하는 것에 대해 질문하였다.

학생들은 주로 기술적인 문제를 겪게 된 것으로 평소에 많이 접하던 블록기반의 프로그래밍 언어가 아닌 텍스트기반의 프로그래밍 언어를 사용하게 된 것을 원인으로 꼽았다. 또한, 전도성 실을 이용한 회로도 구성함에 있어서 플러스와 마이너스 간의 혼선의 문제를 겪은 학생들이 많이 있었음이 인터뷰에서 발견되었다.

이러한 어려움은 반복적 연습을 통해서 프로그래밍 언어와 익숙해지기, 교사와 친구들의 도움받기, 스스로 자신의 사고과정을 돌아보고 반성적 성찰하기 등의 과정을 통해서 극복하고 있는 것으로 나타났다.

‘프로그램을 짤 때는 우리가 평소 쓰던 언어와 다른 C언어라서요. 컴퓨터실에서 쓰는 언어인 스크래치랑 달라서 어려움이 있었어요. 그런데, 계속해서 반복해서 프로그래밍을 하니까 쉬워지고 빨라졌어요.’(6학년, 남학생1)

‘프로그래밍을 프로그래밍 언어로 적다보니까 프로그래밍하기가 어려웠던 것 같은데, 잘 붙어 안 들어오거나 하니까 그런 부분이 어려웠던 것 같고, 어려웠을 때에는 자기가 짤 프로그래밍을 다시 되짚어보니까 해결이 된 것 같아요.’(6학년, 여학생1)

‘전도성 실을 사용할 때 플러스와 마이너스를 혼선이 되지 않게 해야 하는데 그 부분이 어려웠고, 미리 연필로 스케치를 해놓아서 그 문제를 쉽게 해결할 수 있었어요.’(5학년, 여학생1)

5.3.2 비평적 수행 관점

비평적 수행 관점을 도출하기 위해 학생들이 개별 프로젝트를 완성하는 과정에서 기존에 있는 사물을 주의 깊게 관찰하고 생각하게 되었는지에 대한 미디어 관찰 및 해체, 프로젝트 완성과정에서의 평가 및 성찰에 대해 질문하였다.

학생들은 평소에 대수롭지 않게 여겼던 주변 사물들에 대해서 관찰하게 되었고, 프로그래밍 과정을 경험하면서 그러한 사물의 작동원리에 대해 궁금해졌고, 사물들을 분해해서 생각하게 되었다고 의견을 주었다.

‘원래 기존에 있는 물건들은 우리가 바로 사용할 수 있도록 만들어졌기 때문에, 생각하지 않고 그것의 용도만 생각하고 바로 썼는데, 이번 프로젝트를 만들면서 그것의 용도랑 그 안에 들어있는 성분 등을 좀 더 자세히 알아야 프로젝트를 진행할 수 있기 때문에 자세히 관찰하게 되었어요. 랜턴은 여러 가지 종류가 있는데 한 번 누르면 켜지고, 두 번 누르면 깜박이고 그런 것을 어떻게 되고, 세 번 누르면 어떻게 되고 이런 것을 자세히 관찰하게 되었어요.’(6학년, 남학생1)

‘장난감 파는데 가서, 불빛이 들어오는 인형이나 장난감이 있는데, 전에는 그것을 그냥 대수롭지 않게 여기고 지나쳤는데, 직접 만들어 보니까 그런 장난감에 대해서 어떻게 만들었을까에 대해서 궁금해지기도 하고, 힘들게 만들어 보니까 그런 것을 만든 사람들이 얼마나 힘들었을까에 대해서 그 사람들의 마음도 이해가 되었어요. 불빛

나는 장난감에서 소리를 내거나 불빛이 나는 장난감이었어요.’(5학년, 여학생1)

5.3.3 창의적 수행 관점

창의적 수행 관점에 관해서는 프로젝트를 완성하는 과정에서 예술적인 아이디어를 어떻게 사용하였는지, 예술적 아이디어를 기술과 연계하여 어떻게 표현하였는지에 대해 질문하였다.

학생들은 창의적으로 오브젝트의 색깔과 크기 등을 배치하기 위해서 대비와 대조의 미술적 원리를 사용하였다. 특히 LED의 위치와 색깔을 정하기 위해 LED가 잘 드러날 수 있는 펠트지의 색깔을 정하고 위치를 정하였다.

‘색깔은 아무래도 하얀색 바탕에 하얀색 불빛이 나는 것 보다는, 하얀색 바탕에 검정색과 같은 불빛이 나는 것이 좋을 것 같아서 검정색 바탕에 밝은 빛이 나도록, 좀 더 대조가 되는 색깔을 정했어요.’(6학년, 남학생1)

‘크기는 작게 만들려고 하다가 크게 만들어야 LED를 붙이기도 편해서 크게 하고 LED는 코에 넣는 것은 하얀색으로 하였고, 배에는 바탕이 되는 펠트지가 하얀색이라서 노란색 LED와 보라색 LED를 사용하여서 더 잘 보이게 하였어요. 왜냐하면 전체 색깔이 과한색이고, 배 부분이 하얀색이기 때문에 색깔을 대비되게 사용해야 더 잘 보이고 예쁠 것 같아서 그렇게 하였어요.’(6학년, 여학생1)

또한, 작품의 초기 기획을 실제 제작과정에서 수정하게 되는 경우도 있는데, 이는 전도성 실을 통한 회로도를 구성할 때 회로도가 복잡성을 띄게 되면, 이를 처리하지 못하고 기획을 수정한 것으로 나타났다.

‘바탕이 초록색이어서 맞추려고 초록색 LED를 선택했고, 원래는 불에다가 LED를 넣으려고 했는데, 불에다가 하니 회로도가 엉켜서 어쩔 수 없이 귀에다가 LED를 넣는 것으로 바꾸었어요. 그래도 그게 더 잘 한 것 같아요.’(6학년, 여학생3)

‘플러스와 마이너스가 부딪히게 되면 안 되니까 그걸 생각해야 해요.’(6학년, 여학생2)

그리고 추후의 프로젝트에서는 시각적, 청각적 센서를 더 많이 사용하여 다모드가 연결된 작품을 만들기를 원하는 학생들이 대부분인 것으로 나타났다.

‘소리를 함께 넣지는 않았지만, 불빛이 꺼지고 나면 소리가 나오게 넣으려고 해요. 지금은 할 수 없겠지만 좀 더 하고 한다면, 불빛이 움직이면서 소리가 나도록 자동차처럼 만들 수 있을 것 같아요.’(6학년, 남학생1)

‘다음에 인형 같은 것을 만들 때, 소리센서를 넣어서 만들면 좋을 것 같아요. 인형을 가지고 놀 때 애기들이 더 좋아할 것 같아요.’(6학년, 여학생4)

5.3.4 윤리적 수행 관점

윤리적 수행 관점에 관해서는 프로젝트를 완성하는 과정에서 아이디어의 출처 및 다른 사람의 아이디어를 차용하는 것에 대한 생각을 질문하였다.

학생들은 자신의 다른 사람의 아이디어를 무단으로 사용하는 것에 대해서는 엄격하게 반대하는 입장을 취하면서도, 완강하게 자신만의 아이디어를 사용해야 한다는 것과 다른 사람의 아이디어를 사용하되 수정해서 사용하면 된다는 두 가지 입장을 가진 것으로 나타났다.

‘다른 사람의 아이디어를 허락도 없이 그대로 사용하는 것은 안 되겠지만, 다른 사람의 아이디어를 통해서 자신의 아이디어를 발전시킬 수 있기 때문에, 그 아이디어를 응용해서 더 발전적인 아이디어를 만들어 내는 것은 괜찮다고 생각해요. 먼저, 다른 사람에게 아이디어를 사용해도 되겠냐고 허락을 받고, 만약에 그 아이디어를 통해서 만든 것이 수익이 난다면 그 수익의 일부를 주는 것도 괜찮다고 생각해요.’(6학년, 여학생1)

‘다른 사람의 아이디어를 가져오면 안 되고, 자신만의 아이디어를 창의적으로 생각해서 자신

만의 작품을 만들어서 아이디어 소유권을 가져와야 할 것 같아요.’(6학년, 여학생2)

‘저도 자신만의 방법으로만 만들었는데, 그게 좋은 것 같아요. 다른 사람의 것을 보고 만든다면 자신이 만든 것 같지도 않고, 뿌듯하지가 않아요.’(5학년, 남학생1)

5.3.5 기술과 예술의 융합 관점

학생들은 기술적, 비평적, 창의적, 윤리적 수행의 각각의 영역 이외에도 두 가지 이상의 영역이 융합된 관점에서도 학습이 이루어진 것으로 나타났다. 특히, 기술과 예술을 융합하는 관점에서 예술을 기술에 융합하여 기술의 유용함을 인식하고 있었고, 기술을 융합한 새로운 예술작품이 나오는 것을 기대하거나, 기술과 예술을 융합한 작품이 새로운 놀이를 만들어 내기를 기대하기도 하였다.

‘꼭 비싼 보석이 아니더라도, 이런 LED를 이용해서 빛나게 할 수 있잖아요. 비싼 값이 아니더라도 무엇인가 더 화려하고 멋있게 보일 수 있어요.’(5학년, 남학생1)

‘우리의 생활이 편리해지는 것 같고, 그 두 개가 결합이 되니까 더 재미있기도 하고, 교육적인 것 같아요. 그냥 쿠션은 소리와 불빛이 안 나니까, 인형을 가지고 놀면서도 더 새롭게 놀 수 있는 것 같아요.’(6학년, 여학생4)

6. 결론 및 제언

본 연구에서 도출된 Crafting technology를 활용한 E-textile의 교육적 효과를 다음 몇 가지로 정리해 볼 수 있다. 첫째, 학생들은 창의적 활동 속에서 프로그래밍 언어와 익숙해지며 교사와 동료로부터 도움을 주고 받으며 기술적 어려움을 극복하고 자신의 사고과정을 성찰해보는 기회를 제공받는다. 둘째, 창의적 활동 속에서 기존의 미디어를 관찰 및 해체하고 작동 원리에 보다 비판적 관점을 가지게 된다는 것이다. 특히

학생들이 주위의 사물을 보다 깊게 관찰하고 표면적으로는 보이지 않는 작동의 원리에 관심을 가지게 되었다는 점은 릴리패드를 사용한 탐구적 표현적 활동을 통해 사물에 대한 호기심 및 디테일에 대한 ‘노티싱(noticing)’ 기능이 향상되었음을 의미한다. 셋째, 예술적 아이디어를 기술에 연계하여 표현하는 방법을 탐색하며 심미적인 표현에 있어 시각, 청각 또는 촉각 등의 다중 요소를 융합한 보다 다양한 표현의 기회를 제공받는다. 넷째, 창작활동을 통해 창작물 윤리에 대해 고려하고 내면화할 수 있는 기회를 갖는다는 것이다.

그러나 이런 흥미기반 학습이 모든 학생들에게 적용 가능하고 적극적 참여를 유발시키는 것은 아니라는 점을 유의해야 할 것이다. 그 예로서 Price(2006)[13]는 음악 수업을 사례로 학생들의 참여 유형을 Refuser, Waverer, Explorer, Director의 네 가지 형태로 분류하였다. 먼저 Refuser의 경우 창작적 활동에 전혀 관심이 없거나 동기가 없는 학생의 유형을 말한다. Waverer는 창작 활동에 관심은 있으나 무엇을 해야 하는지 어떻게 참여해야 하는지 모르는 학생들을 말하며, 반면 Explorer의 경우 어느 정도 기술과 자신감은 있으나 자신의 관심사에 맞는 것을 찾지 못하고 탐색하는 경우를 말한다. Director의 경우 자신의 관심사에 대한 자신감과 동기가 충분한 학생의 유형을 말한다. 이런 참여 유형의 범주화는 흥미기반 미술 학습에서도 적용될 수 있다. 본 연구에 참여한 다수의 학생들은 참여 유형의 범주상 Waverer에 속한다고 볼 수 있으며, 향후 후속적인 정보교육 프로그램을 통해 이들이 어떻게 Explorer와 Director로 진화해 갈 수 있는지, 이를 촉진하는 방법은 무엇인지에 대한 후속 연구가 필요하다.

본 연구의 대상인 동아리 수업 참여 학생들은 프로그래밍 사전경험이 있고 소프트웨어에 대한 긍정적인 태도와 학습 동기가 높은 특성을 가진 학생들이었다. 따라서 본 연구의 결과를 일반화하는 데는 학습자 특성에 유의할 필요가 있으며 향후 학생들의 창작 활동 참여 유형을 반영한 프로그램의 설계가 필요할 것으로 사료된다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 국내에 소수에 불과한 영역인 릴리패드 활용 정보교육의 실체를 평가하고 시사점을 제시한다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다.

참고문헌

[1] Buechley, L., Eisenberg, M., Catchen, J., & Crockett, A. (2008, April). The LilyPad Arduino: using computational textiles to investigate engagement, aesthetics, and diversity in computer science education. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (pp. 423-432). ACM.

[2] Buechley, L., & Perner-Wilson, H. (2012). Crafting technology: Reimagining the processes, materials, and cultures of electronics. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 19(3), 21:1-21:22.

[3] Choi, H. S., Lee, S. M., Lee, J. H., & Woo, C. M. (2016). Opportunities and challenges perceived by teachers from physical computing education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 20(3), 235-242.

[4] Choi, J. W., & Park, Y. S., & Lee, Y. J. (2015). The effects of STEAM education using E-textiles for improving creative problem solving of elementary school students. *Korean Journal of Teacher Education*, 31(3), 105-119.

[5] Goel, V., & Pirolli, P. (1992). The structure of design problem spaces. *Cognitive Science*, 16(3), 395-429.

[6] Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247-298.

[7] Ito, M., Baumer, S., Bittanti, M., Cody, R., Stephenson, B. H., Horst, H. A., ... & Perkel, D. (2010). Hanging out, messing around, and geeking out: Kids living and learning with new media. MIT press.

[8] Marshall, P. (2007, February). Do tangible interfaces enhance learning?. In Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction (pp. 163-170). ACM.

[9] O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). Physical computing: Sensing and controlling the physical world with computers. Boston, MA: Thomson course

technology.

[10] Papert, S. (1993). The children's machine. New York, NY: Basic Books.

[11] Park, Y. S., & An, S. J., & Lee, Y. J. (2013). Developing STEAM education program using LilyPad Arduino. *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*, 21(1), 157-160.

[12] Peppler, K. (2013). New opportunities for interest-driven arts learning in a digital age. Wallace Foundation.

[13] Price, D. (2006). Supporting young musicians and coordinating musical pathways. The Paul Hamlyn Foundation.

[14] Puntambekar, S., & Kolodner, J. L. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185-217.

[15] Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. *Artificial intelligence*, 4(3-4), 181-201.

저자소개



최형신

1988 이화여자대학교(전자계산학 학사)

1993 (미)New Jersey Institute of Technology (컴퓨터정보과학 석사)

2007 이화여자대학교(교육공학 박사)

2009~현재, 춘천교육대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: 컴퓨팅 사고, 뉴미디어 기반 학습

e-mail: hschoi@cnue.ac.kr



박 주 연

2002 이화여자대학교(초등교육학
사)

2005 이화여자대학교(초등교육학
석사)

2015 이화여자대학교(교육공학 박
사)

2005~현재 이화여자대학교 부속
초등학교 교사

관심분야: 뉴미디어 기반 학습(스
크래치, 아두이노, 교구로봇),
사고력 교육(창의력, 컴퓨팅
사고력), 교육정보화

e-mail: jy3262@hanmail.net



소 효 정

2000 이화여자대학교(특수교육학
학사)

2002 (미)Indiana University (교수
체제공학과 석사)

2005 (미)Indiana University(교수
체제공학과 박사)

2005~2013 싱가포르 난양공대
Learning Sciences &
Technologies학과 교수

2013~2015 포항공과대학교 창의
IT융합공학과 교수

2016~현재 이화여자대학교 교육
공학과 교수

관심분야: 모바일 학습, HCI

e-mail: hyojeongso@ewha.ac.kr

