

피지컬 컴퓨팅 환경에서의 학습자 평가 기준 연구

전 우 천*

◆ 목 차 ◆

- | | |
|---------|-------------|
| 1. 서론 | 3. 학습자 평가기준 |
| 2. 관련연구 | 4. 결 론 |

1. 서 론

최근 소프트웨어교육의 다양한 분야에서 피지컬 컴퓨팅이 관심을 받고 있다. 피지컬 컴퓨팅의 개념은 처음 뉴욕 대학의 인터랙티브 텔레커뮤니케이션 프로그램에서 인터랙티브 디자인을 가르치기 위해 고안되었다. 이 개념은 컴퓨터 과학자가 아닌 새로운 미디어 아티스트들에 의해 확립되고 개발되었다. 미국의 게임 디자이너 크리스 크로포드는 상호작용을 두 개인이 번갈아 듣고 생각하고 말하는 순환 과정으로 정의한다. "듣기", "생각하기" 및 "말하기"라는 용어는 각각 입력, 프로세스 및 출력의 은유적 표현이다. 크로포드는 디지털 미디어(Digital Media)를 기존의 미디어와 구분하여 정보를 받아들이고, 처리하고, 다시 내보낼 수 있는 인터랙티브 미디어로 정의한다. 즉 마우스, 키보드, 모니터, 스피커등의 일반적인 컴퓨팅 환경의 인터페이스를 확장하여 디지털 미디어에 물리적인 성질을 부여한다고 할 수 있다. 이것은 사용자가 단지 손가락 뿐만 아니라 신체 전체를 이용하여 다양한 방법으로 디지털 미디어와 교류할 수 있다는 것을 의미하며, 사이버 세계의 부자연스러움을 넘어 일상생활에서 사람들에게 친숙한 물질적인 방법으로 컴퓨터를 친숙하게 사용할 수 있다는 것을 말한다[1].

피지컬 컴퓨팅은 센서와 장치를 통해 실제 세계에서 발생하는 다양한 현상을 감지하고 측정하고, 컴퓨

터를 통해 값을 처리하며, 물리적 장치를 제어하는 것을 말한다[2].

최근 피지컬 컴퓨팅은 프로그래밍 교육에 많이 도입되고 있다. 피지컬 컴퓨팅은 학습자와 상호작용을 하면서 학습자가 실제로 프로그래밍의 결과를 단순한 텍스트 뿐만 아니라 모션 또는 소리 등 다양한 출력 수단을 통해서 보여주기 때문에 학습자들에게 흥미와 동기를 주고 있다.

피지컬 컴퓨팅에 있어서 학습자의 평가는 매우 중요하다. 본 원고에서는 피지컬 컴퓨팅 환경에서의 학습자 평가기준을 논의한다. 본 원고의 구성은 다음과 같다. 2장에서 피지컬 컴퓨팅의 기본 개념과 교육적 효과를 소개한다. 3장에서는 피지컬 컴퓨팅 환경에서 학습자의 평가기준을 소개하며, 마지막 4장에서는 결론을 제시한다.

2. 관련연구

2.1 피지컬 컴퓨팅의 개념

피지컬 컴퓨팅은 센서와 장치를 서로 연결하여 현실 세계에서 발생하는 다양한 현상을 감지하여 측정하고, 컴퓨터에 전송하여 값을 처리하며, 또한 물리적 장치를 제어하는 것을 의미한다[2].

피지컬 컴퓨팅을 가르치는 열쇠는 물리적인 도구를 사용하여 학습자의 생각을 물리적인 세계로 확장시키는 경험을 제공하는 것이다. 하드웨어와 소프트웨어를

결합함으로써 우리는 가상 세계에서 필요하지 않았던 다양한 물리적 제약과 오류를 고려함으로써 더 많은 문맥적 학습을 경험할 수 있다. 이는 인공물을 제작할 기회를 제공하는 것 이상이며, 소프트웨어가 하드웨어를 제어하는 데 사용된다는 생각에서 벗어나 상황 학습과 경험 학습에 도움이 된다[3].

2.2 피지컬 컴퓨팅의 교육적 효과

[2]의 연구에서는 컴퓨팅사고력 향상을 위한 초등학교 학생 대상의 피지컬 컴퓨팅 교육과정을 개발하고 적용하여 다음과 같은 연구결과를 유도하였다. 즉 엔트리와 센서보드를 활용한 EPL 피지컬 컴퓨팅 교육과정을 제시하였으며, 초등학생을 대상으로 EPL 교육과정과 피지컬 컴퓨팅 교육과정을 개발하고 적용한 결과 EPL 교육과정을 이용한 집단과 피지컬 컴퓨팅 교육과정을 적용한 집단 모두에서 학생들의 컴퓨팅 사고력 향상에 유의미한 효과가 있었다. 또한, 피지컬 컴퓨팅 교육과정을 적용한 집단에서 컴퓨팅 사고력의 자료표현, 실행 및 검증, 일반화 과정에서 유의미한 향상을 나타내었다.

한편 [4]의 연구에서는 성별에 따른 피지컬 컴퓨팅 교육을 통해 프로그래밍에 대한 태도와 알고리즘 개발능력 향상을 분석하는 목적으로 중학생 및 고등학생에게 피지컬 컴퓨팅교육을 적용한 후 그들의 태도와 성취도 결과를 수집하여 분석하였다. 연구결과는 다음과 같다. 프로그래밍에 대한 자신감과 가치는 여학생보다 남학생이 높은 것으로 나타났으며 또한 고등학생보다 중학생이 높은 것으로 나타났다. 알고리즘 설계능력 측면에서는 중학생과 고등학생 모두 남학생보다 여학생이 높은 것은 것으로 나타났다.

[5]의 연구에서는 국내 초등학교 및 중등학교에서의 피지컬 컴퓨팅 교육의 추진 현황, 효과성, 방법 등에 관한 연구들을 통합적으로 분석하기 위한 메타 종합 분석 연구를 실시하였다. 이를 통해서 피지컬 컴퓨팅의 교육효과에 관한 다음과 같은 연구결과를 도출하였다. 즉 본 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 교육의 목적으로 컴퓨팅 사고력, 태도와 흥미, 창의성과 관련한 연구 결과를 종합적으로 분석할 결과, 컴퓨팅 사고력 구성요소 중에서 개념(Concepts)이나 관점(Perspectives)

보다는 주로 기능(Practices)적 측면의 향상에 있어서 보다 긍정적 결과를 나타내고 있다. 창의성 측면에서는 창의적 성향, 호기심, 과제집착 등의 요인에 피지컬 컴퓨팅 교육이 긍정임을 제시하였다. 한편, 태도와 흥미 측면에서는 알고리즘 개발이나 프로그래밍, 과학적인 탐구와 같이 일반적으로 어려운 영역에 대한 긍정적인 인식과 태도 변화, 흥미의 향상이 있음을 유도하였다.

한편 [6]의 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 교육에서 있어서의 주요한 학습성과 변인으로 여기는 과학 탐구 태도를 교육성과 변인으로 설정하고, 이들을 예측하는 요인을 살펴보고자 과학경험, 교육지원, 학습몰입을 예측변인으로 상정하였다. 이를 위해 초등학생을 대상으로 피지컬 컴퓨팅교육을 적용한 결과, 과학경험과 학습몰입은 교육성과인 과학 탐구 태도를 유의미하게 예측하는 것으로 나타났으며 또한 학습 몰입은 과학경험과 과학 탐구 태도, 교육지원과 과학 탐구 태도 사이를 매개하는 것으로 결론을 내렸다.

[7]의 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 기반의 수업이 컴퓨팅 사고력 향상, 학습 몰입 및 소프트웨어 인식에 미치는 영향을 살펴보고자 하는 목적으로 과학원리를 기반으로 하는 SW프로그램을 개발하여 초등학생을 대상으로 적용하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 피지컬 컴퓨팅 기반의 프로그래밍 수업이 초등학생들의 컴퓨팅 사고력을 향상시켰다. 둘째, 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 하는 프로그래밍 수업이 초등학생들의 학습 몰입 전체에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 마지막으로 피지컬 컴퓨팅 기반 프로그래밍 수업이 초등학생 SW에 대한 인식 변화에서는 유의미한 차이를 보였다.

3. 학습자 평가기준

[8]의 연구에서는 초등학교 로봇컴퓨팅교육을 위한 교육내용체계의 성취기준을 다음과 같이 제시하였다. 즉 로봇과 컴퓨팅 영역에 있어서의 세부적인 개념요소를 크게 로봇의 이해, 로봇의 체험, 로봇 구동기 제어, 로봇센서 체험, 로봇센서 제어, 로봇작품 창작, 생활프로젝트로 구분하였으며 각 영역에 따른 세부기준을 아래와 같이 제시하였다.

[영역 1] 로봇의 이해

① 로봇의 정의

로봇을 정의할 수 있는 기본 요소에 대해서 알고 있으며 또한 설명할 수 있다.

② 로봇 종류와 구성

일상생활에 사용하는 로봇의 종류와 로봇을 구성하는 있는 부품과 사용용도에 대해서 이해한다.

③ 로봇 작동원리

로봇은 외부로부터의 입력을 통해서 반응한다는 것을 이해하고 작동하는 원리에 대해서 알 수 있다.

[영역 2] 로봇 체험

④ 로봇 법칙과 안전한 사용

로봇을 구성하기 위한 기초적인 법칙에 대해서 알고 있으며 또한 로봇을 안전하게 활용하는 방법에 대해서 이해할 수 있다.

⑤ 로봇 동작 이해

다양한 로봇을 가지고 장치의 연결, 전원 켜기 등 로봇 작동을 위한 필요한 절차를 알 수 있다.

⑥ 간단한 동작로봇 제작

간단한 블록기반 프로그래밍을 통한 제시되는 절차에 따라 로봇 동작을 만들 수 있다. 또한 다양한 주제에 따라 로봇동작을 변형할 수 있다.

⑦ 간단한 동작로봇 설명

간단한 블록 프로그래밍으로 로봇의 동작을 만들 수 있으며 또한 순서에 따른 내용을 설명할 수 있다.

[영역 3] 로봇 구동기 제어와 센서 체험

⑧ 회전동작 이해

로봇모터에 대한 이해와 구동 순서, 회전원리에 대한 학습과 동작에 필요한 부품들을 알고 간단한 로봇 회전 동작을 제작하고 이해 할 수 있다.

⑨ 다양한 로봇구동 작품제작

동작의 원리와 로봇 구동 순서에 대한 이해를 기초로 하여 다양한 로봇을 가지고 구동작품을 제작할 수

있다. 또한 로봇 이동을 위한 제어방법에 대하여 알 수 있다.

⑩ 로봇구동 작품 활용

로봇의 구동원리, 절차에 의한 로봇 프로그래밍 방법 및 기능 등을 동료들에게 설명할 수 있다. 작품공유와 표현활동(목표달성에 대한 인식 및 에러해결경험 공유 등)을 통해 사회적 협력과 의사소통능력을 기른다.

⑪ 간단한 센서 로봇작품 제작

간단한 센서와 연관된 동작을 제어할 수 있는 로봇 또는 장치를 제작할 수 있다. 라이트 센서, 초음파센서, 사운드센서 등을 비롯한 여러 센서 중에서 한 개의 센서를 이용하여 로봇 또는 장치를 만들 수 있다.

⑫ 간단한 센서 로봇작품 설명

일상생활 속에 사용되는 센서의 종류를 살펴보고 센서의 특징을 이해하며 또한 센서가 적용된 로봇 또는 장치들에 관해서 설명할 수 있다. 한 개의 센서가 결합된 로봇 또는 장치에 대한 설계와 기능, 프로그래밍 순서에 대해 동료들에게 설명할 수 있다. 작품공유와 표현활동을 통해 사회적 협력과 의사소통능력을 기른다.

[영역 4] 로봇센서 제어와 작품 창작

⑬ 다양한 센서로봇 작품 제작

일상생활 속의 문제를 해결할 수 있는 다양한 센서들을 연결하고 또한 결합하여 제어가 가능한 로봇 또는 장치를 만들고 작동할 수 있도록 프로그래밍 할 수 있다. 또한 로봇작품을 만들고 제작 목적과 용도에 알맞게 프로그래밍 절차에 따라 논리적으로 설명할 수 있다.

⑭ 다양한 센서로봇 작품 설명

다양한 센서들이 서로 결합된 로봇 또는 장치를 기능과 용도 및 프로그래밍 순서와 방법에 대해 설명할 수 있다. 또한 작품공유와 표현활동을 통해 사회적 협력과 의사소통능력을 기른다.

⑮ 규칙설계와 로봇제작

로봇 동작 규칙을 준수하기 위한 절차를 이해하고

이를 실행할 수 있는 알고리즘을 이해하며 실제 구동에 필요한 부품과 장치를 설계 및 개발하여 로봇 또는 장치를 제작하고 이를 위한 알고리즘을 적용한 프로그래밍을 통해 작동하게 할 수 있다.

[5단계] 생활 프로젝트

⑯ 생활 속 로봇작품설계

일상생활의 해결할 수 있는 현실적인 주제를 생각하고 이를 개인 또는 팀별로 해결할 수 있는 로봇 또는 장치를 생각하여 필요한 부품과 기능을 정의 및 분류하고 이를 제어할 수 있는 알고리즘과 로봇 작품을 설계할 수 있다.

⑰ 생활 속 로봇작품 제작

일상생활의 문제를 실제로 해결할 수 있는 현실적인 주제에 따라 개인 또는 팀별로 설계 및 개발한 로봇 또는 장치를 만들고 특정 기능을 실행하기 위한 알고리즘을 적용한 프로그래밍을 통하여 창의적 작품을 만들 수 있다.

⑱ 로봇작품 공유와 표현

일상생활 문제를 해결하기 위해 개인 또는 팀별로 제작한 창의적 작품을 동료들과 공유하고 개선점을 발견하여 발표할 수 있다. 또한 올바르게 정확한 기능 수행을 위해 더 향상된 알고리즘을 개발하여 공유할 수 있다.

한편 [9]의 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 환경에서의 학습자 평가척도를 아래와 9개 영역으로 구분하여 다음 <표 1>과 같이 제시하였다.

(표 1) 피지컬 컴퓨팅 환경에서 학습자 평가척도

분야	척도
학생안내	학생들은 학습 목표를 미리 또는 활동 초기에 알고 있는가?
	학생들은 활동에 필요한 선수지식이나 배경지식을 알고 있는가?
	학생들은 활동에 필요한 장비나 교구를 알고 있는가?
	학생들은 활동에 필요한 학습 자료를 알고 있는가?
협력활동	각각의 학생은 활동에 적절한 역할이 있는가?
	그룹에 리더가 있는가?
	활동 중에 다양한 방법으로 서로 소통할 수 있는가?

분야	척도
안전성	학생들은 활동에 대한 안전 규정을 알고 있는가?
	학생들은 활동에서 부품을 망가뜨리거나 파손했는가?
산출물	학생들이 활동을 마친 후에 산출물을 만들어야 하는가?
	학생들은 산출물을 예측(구상)한대로 제작했는가?
보고서	학생은 활동에 대한 자신의 리뷰 또는 후기를 표현할 기회가 있는가?
	학생들은 활동 중에 메모나 보고서를 작성해야 하는가?
태도	학생은 활동 과정에서 좋은 태도를 보였는가?
	(말)다툼을 일으켜 활동을 중단한 적이 있는가?
수업시간	학생들이 전체 수업에 적절한 시간을 보냈는가?
	학생들이 수업의 특정 활동에 너무 많은 시간을 할애했는가?
감성	학생들은 활동에 만족하는가?
	학생들은 활동에 관심이 있는가?
	학생들은 활동 후에 수업내용에 대해 자신감을 갖게 되었는가?
이론	학생들은 활동의 원리나 이론을 알고 있는가?
	학생들이 활동과 이론을 연결할 수 있는가?

4. 결 론

피지컬 컴퓨팅은 정보통신기술의 발달과 더불어 최근 SW 교육에서 널리 사용되었다. 특히, 프로그래밍을 처음 하는 학생들에게, 피지컬 컴퓨팅은 컴퓨터와 프로그램이 어떻게 작동하는지 배우는 좋은 방법과 수단을 제공할 수 있다. 예를 들어 블록을 직접 조립해 구조물을 만들거나, 로봇을 조립해 조작하거나, 센서와 출력장치를 이용해 공기의 질과 온도를 측정하는 장치를 만들 수 있다. 이 과정은 학생들이 기계와 프로그래밍의 원리를 더 쉽게 이해할 수 있도록 도움을 줄 수 있다

간단한 코딩 프로그램과 컴퓨터 장치는 피지컬 컴퓨터 학습에 도움이 된다. 학생들은 C와 같은 고급 프로그래밍 언어를 사용하는 대신 블록 기반 코딩 소프트웨어를 사용하는 것만으로 프로그래밍을 배울 수 있다. 또한 학생들은 복잡한 컴퓨터 부품을 다루는 대신, 아두이노와 라스베리 파이 같은 아주 작은 컴퓨터 보드와 출력 장치를 조립하고 자신의 보드를 완성함으로써 컴퓨터의 원리를 이해할 수 있다.

본 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 환경에서의 학습자 평가기준을 소개하였다. 피지컬 컴퓨팅이 각광을 받고

학교현장에 도입된 지 많은 시간이 흐르지 않아 향후 많은 연구가 필요하다. 특히 피지컬 컴퓨팅의 특성상 학습자와 상호작용이 필수이며 학습자와의 상호작용을 폭넓게 또한 상세하게 평가할 수 있는 평가준거가 향후 요구된다 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 서정현, 김영석, 아두이노(Arduino)를 이용한 피지컬 컴퓨팅의 교육적 활용 방안 연구, 2012년 한국컴퓨터교육학회 하계 학술발표논문지 제16권 제2호, pp. 103-107, 2012년.
- [2] 김재휘, 김동호, 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 초등 피지컬 컴퓨팅 교육과정 개발, 한국정보교육학회 논문지, Vol. 20, No. 1, pp. 69-82, 2016.
- [3] 이영준, 2015 개정 정보 교육과정 도입을 위한 준비, 한국컴퓨터정보학회지, Vol. 23, No. 2, pp. 1-8, 2015.
- [4] 심재권, 김현철, 이원규, 2015 개정 정보 교육과정에 따른 피지컬 컴퓨팅을 활용한 정보교육에
서 성별에 따른 태도와 성취도 차이분석, 컴퓨터
교육학회논문지, Vol. 19, No. 4, pp. 1-9, 2016.
- [5] 이은경, 초·중등학교 피지컬 컴퓨팅 교육 연구의
메타 종합 분석, 컴퓨터교육학회논문지, Vol. 22,
No. 5, pp. 1-9, 2019.
- [6] 강명희, 장지은, 윤성혜, 피지컬 컴퓨 교육에서
과학 탐구 태도에 한 과학경험, 교육지원, 학습물
입의 측력 규명, 정보교육학회논문지, Vol. 21,
No. 1, pp. 4-55, 2017.
- [7] 김지은, 피지컬 컴퓨팅 기반의 프로그래밍 교육
이 컴퓨팅 사고력, 학습몰입 및 SW인식에 미치
는 영향, 아주대학교교육대학원 융합인재교육전
공 석사학위논문, 2018.
- [8] 김철, 초등학교 로봇컴퓨팅교육을 위한 교육내용
체계의 성취기준에 관한 연구, 정보교육학회논문
지, Vol. 21, No. 1, pp. 97-104, 2017년.
- [9] Woonchun Jun, Development of Evaluation
Standards of Learners for Physical Computing,
Proceedings of 2018 International Conference
on ICT Convergence, Jeju, Korea, pp. 285-290,
2018.

● 저 자 소 개 ●



전 우 천

1985년 서강대학교 전산학 학사
1987년 서강대학교 대학원 전산학 석사
1997년 미국 University of Oklahoma 전산학 박사
1998년~현재 서울교육대학교 컴퓨터교육학과 교수
관심분야 : 정보영재, 장애인정보화교육, 정보통신윤리교육