

초등학생의 미래 IT역량 강화를 위한 융합적 산출물 기반 소프트웨어 교육용 콘텐츠 개발 및 적용

서정현 · 김영식

한국교원대학교 컴퓨터교육과

요 약

컴퓨팅 사고 능력은 미래 사회 인재가 가져야 할 핵심 역량이다. 컴퓨팅 사고는 컴퓨팅의 관점에서 문제를 규정하고 그 문제의 해결방법을 탐색해 효율적인 해결절차를 강구하기 위해 추상화 단계를 거치고 추상적 개념의 자동화 수행을 위해 여러 가지 개념, 원리, 방법들을 이용하여 알고리즘화 하여 문제 해결의 가장 적합한 과정과 자원을 선택하고 조합하는 과정으로 초등학교 단계에서 적절한 교육용 콘텐츠의 적용이 필요하다. 본 연구에서는 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육용 콘텐츠를 개발하고 적용함으로써 학습자의 창의적 인성 향상에 미치는 영향을 검증하였다. 연구 결과 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육 콘텐츠를 이용한 교육이 학습자의 창의적 인성 향상에 긍정적인 영향을 미친 것을 확인하였고 초등 컴퓨팅 교육에 적용할 수 있는 방안을 제시하였다.

키워드 : 컴퓨팅 사고력, 피지컬 컴퓨팅, 융합적 산출물, 아두이노

Development and Application of Educational Contents for Software Education based on the Integrative Production for Increasing the IT Competence of Elementary Students

Jeonghyun Seo · Yungsik Kim

Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

ABSTRACT

The ability of computational thinking is a key competence that person of talent in the future should keep. Computational thinking is a serial process in which a problem is defined in context of computing, stages of abstraction are processed in order to find the efficient solution, the most appropriate process and resources for a solution are selected and combined through algorithms which use various concepts, principles and methods for automatic implementation of abstract concepts. It needs appropriate learning content in stage of elementary school. This study has verified the effect it made on improvement of learner's creative personality by developing and applying the educational content for software education based on the integrative production. The result of study confirmed that learning

이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2014S1A5A2A01013462).

교신저자 : 김영식(한국교원대학교)

논문투고 : 2016-06-21

논문심사 : 2016-06-21

심사완료 : 2016-07-16

through the educational content for software education based on the integrative production affects improvement on learner's creativity positively and suggested a method of applying it to computing education in elementary school.

Keywords : Computational Thinking, Physical Computing, Integrative Production, Arduino

1. 서론

미래 사회는 다양하고 복잡한 문제들을 해결하기 위해 정보의 접근과 응용 방법을 중심으로 한 창의적 문제 해결 역량이 강조되고 있다. 이 역량의 여러 범주 중 '컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)'은 컴퓨팅의 관점에서 문제를 규정하고 그 문제의 해결방법을 탐색해 효율적인 해결절차를 강구하기 위해 추상화 단계를 거치고 추상적 개념의 자동화 수행을 위해 여러 가지 개념, 원리, 방법들을 알고리즘화 하여 문제 해결의 가장 적합한 과정과 자원을 선택하고 조합하는 능력이다. 이는 컴퓨팅 기기와 소프트웨어를 단순히 활용하는 능력에 그치는 것이 아니라 급변하고 복잡화되는 미래 사회의 문제들을 창의적이고 효율적으로 해결하는 데 필요한 핵심 역량으로 볼 수 있다[9][19].

최근 주요 국가들을 중심으로 컴퓨팅 사고력이 미래 사회의 변혁을 주도하는 국가 경쟁력의 핵심전략이라는 인식으로 컴퓨팅 교육을 강화하기 위한 다양한 정책들을 시행하고 있다. 우리나라에서도 컴퓨팅 사고력이 미래 핵심 역량이라는 인식으로 2015 개정교육과정과 2015 문·이과 통합형 교육과정을 통해 기존의 정보 관련 교과 내용을 소프트웨어 기초 소양 교육(이하 소프트웨어 교육) 내용으로 개편하고 하위 주제로 프로그래밍 학습을 통한 창의적 문제 해결 과정을 강조하고 있다[9]. 여기서 창의적 문제 해결에 대한 개념은 학자들마다 다양하지만 가장 공통적인 것은 창의적인 인성을 바탕으로 새롭고 적절한 산출물이나 아이디어를 만들어 낼 수 있는 성향으로 볼 수 있다. Guilford(1959)는 창의적 인성을 아이디어를 생성하는 지적 능력 및 성향으로 정의했으며 Torrance(1988)는 창의적 인성은 창의적인 성취를 할 때 작용하는 일반화된 정신능력의 집합으로 정의하였다[2][18].

유경훈(2011)은 창의적 인성의 다양한 구성요인들을 종합하여 창의적 산출물을 내기 위한 통합적인 사고과

정으로 볼 수 있으며 이 과정에서 학습자가 갖는 태도나 성격 등의 정의적 면을 강조하였다[21].

이러한 창의적 문제 해결 또는 창의적 인성과 관련된 초등학교 소프트웨어 교육의 선행연구들을 살펴보면 대부분 교육용 프로그래밍 언어 또는 학습매체를 이용한 프로그래밍 학습이 학습자의 창의적 사고 향상에 미치는 효과성을 검증하는 연구가 주를 이루고 있다[20].

그러나 교육용 프로그래밍 언어는 프로그래밍에 입문하는 학습자에게 시각적이고 상호작용적인 프로그래밍 환경을 제공하여 쉽게 모델링 하거나 시뮬레이션 하는 과정을 경험할 수 있지만 제한된 상호작용으로 문제 해결 과정에서 오개념을 유발할 수 있고 창의적 사고 과정을 방해하는 가장 큰 요소인 고착(fixation) 현상을 해소하기 부족한 면이 있다[11].

그러므로 프로그래밍에 입문하는 학습자는 제시된 학습매체와의 간단한 시뮬레이션이나 제한된 상호작용에 참여하는 것이 아니라, 학습매체를 직접 설계, 생성, 개발하는 적극적인 산출 활동을 통해 최상의 학습 효과를 얻을 수 있다[4][5][7].

이에 본 연구에서는 초등학교의 미래 IT역량인 컴퓨팅 사고 능력 강화를 위해 오픈소스 하드웨어 기반의 학습매체인 아두이노를 이용하여 융합적 산출물 기반 소프트웨어 교육용 콘텐츠를 개발하고 이를 적용하고 창의적 인성 검사를 통해 그 효과성을 분석하였다.

2. 이론적 배경

2.1 피지컬 컴퓨팅(Physical Computing)

피지컬 컴퓨팅은 디지털 기술을 통해 사용자로부터 물리적인 방식으로 정보를 입력받거나 또는 정보를 처리한 결과를 물리적인 방식으로 출력하는 컴퓨팅 방법이다. 피지컬 컴퓨팅은 이러한 외부 환경과의 상호작용을 위해 아

날로그 및 디지털 신호를 감지하는 센서(sensor)와 서보 모터(servo motor), 기어모터(g geared motor), LED(light emitting diode) 등과 같은 액추에이터(actuator)와 이들을 제어하기 위한 마이크로 컨트롤러와 통합개발환경(IDE: Integrated Development Environment)으로 구성되어 있다[14].

프로그래밍 학습에서 피지컬 컴퓨팅 환경은 컴퓨터 화면이 아닌 인간의 감각을 대체할 수 있는 센서와 액추에이터를 이용한 방법으로 마이크로 컨트롤러(micro controller)를 이용한 학습매체와 로봇 프로그래밍 학습 매체로 발전하였다. 그중 아두이노는 2004년에 발표되어 텍스트 기반의 프로세싱 언어를 비롯하여 블록 기반의 교육용 프로그래밍 언어를 통해 제어를 할 수 있고 회로를 쉽게 구성하기 위한 센서셴드(sensor shield) 등을 이용한 확장 구성이 가능하여 상호작용이 가능한 프로그래밍 학습매체로 발전하였다.

Jamieson(2010)은 아두이노를 이용한 피지컬 컴퓨팅 기반의 소프트웨어 교육의 대표적인 장점으로 개방적인 프로그래밍 환경과 산출물 제작의 적합성을 언급하였다[5].

이와 같이 아두이노 기반의 피지컬 컴퓨팅은 기존의 가상의 프로그래밍 학습매체에 비해 직관적이고 높은 확장성을 갖추고 있어 타 교과와 융합한 산출물을 제작하기 적합한 환경을 제공한다.

2.2 창의적 문제 해결과 창의적 인성

최근 창의성의 대한 연구는 창의성과 관련된 내적 동기 및 산출물에 이르기까지 그 의미가 확장되고 있다. 이처럼 창의성에 관련된 실제성과 전문성이 강조되며 여러 학자들은 창의성 발현의 정의적 영역으로 창의적 인성을 소개하였다.

Amabile(1996)은 창의적 인성이 창의적 산출물을 만들어내는 데 중요한 영향을 미친다고 주장하였고 Guilford(1959)와 Torrance(1988)는 창의적 문제 해결에 작용하는 능력을 창의적 인성과 관련지으며 문제의 존재에 대한 인식, 확산적 사고를 통한 아이디어의 산출 활동을 강조하였다[1][2][18].

창의적 문제 해결은 문제 해결을 위한 다양한 방법들을 탐색하고 그 방법들 중에서 최선의 대안을 찾아가는

과정으로 볼 수 있다. 국내에서도 여러 학자들의 연구를 토대로 한국교육개발원(2002)에서 이와 관련된 여러 연구들을 종합하여 창의적 문제 해결이란 문제 해결 과정에서 다양한 요인들이 복합적이며 역동적으로 상호작용하여 문제 해결에 유용하며 독창적인 산출물을 만들어내는 것으로 정의하며 창의적 인성에 대한 여러 구성요인으로 과제집착, 호기심, 심미성, 사고의 개방성, 독립성, 위험감수의 6가지 요인을 추출하였다[3][10].

창의적 문제 해결을 위한 방법은 Osborn에 의한 창의적 문제 해결(CPS: Creative Problem Solving)모형이 제안되었으며 이후 Isaksen, Treffinger(1985)에 의해 확산적 사고와 수렴적 사고 과정이 포함된 6단계 순환구조로 만들어졌다[4][6][10].

Isaksen과 Treffinger가 제시한 창의적 문제해결 과정을 도식화 하면 <Table 1>과 같다.

<Table 1> CPS model of Isaksen, Treffinger

Step	Divergent Phase	Convergent Phase
Mess Finding	Exploring a chance for problem solving	Setting a goal for problem solving
Data Finding	Understanding a problem from various angles	Selecting important data for problem solving
Problem Finding	Making a statement of a problem in various style	Choosing particular data among statements
Idea Finding	Creating various ideas	Selecting interesting and useful ideas
Solution Finding	Specifying a solution plan	Promoting and supporting a solution plan
Acceptance Finding	Making an implantation plan for ideas	Making a specific plan for implementation

이와 같이 창의적 문제 해결 모형은 잘 정의되지 않은 문제를 해결하기 위하여 기존의 지식이나 새로운 자료를 기반으로 다양하고 많은 양의 아이디어를 생성하고 확산적 사고와 수렴적 사고, 가설 검증, 탐색 및 산출물 제작 활동을 거치며 문제를 해결하는 일련의 고차원적인 사고과정이라고 할 수 있다.

2.3 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육

융합적 산출물에 대한 이론적 배경은 주제 중심 통합 학습과 연관 지을 수 있다. 학습자는 자신의 생활 및 경험과 관련된 문제를 학습의 문제로 선정하고 이에 대한 주제적 개념을 확대시키기 위해 전략, 활동, 학습자료 등을 구조화, 계열화, 조직화하는 자기 결정적 학습 설계 과정을 통해 의미미하고 창의적인 사고를 하게 된다. 이러한 학습 자아개념은 학습자의 문제 해결 의지를 향상시키고 창의적 인성의 주요 항목인 과제집착 성향에 긍정적인 영향을 준다[8].

소프트웨어 교육의 관점에서 융합적 산출물의 의미는 산출물의 형태적 요소와 이를 산출하는 방법의 정의적 요소, 환경적 요소들을 어떻게 규정하느냐에 따라 다음과 같이 정의된다.

형태적 요소에서 볼 때 추상적, 구체적 형태 모두를 포함하지만 학습자가 프로그래밍 능력과 하드웨어 구성 능력을 바탕으로 창의적으로 아이디어를 구상하고 설계 및 구현하는 과정을 통해 나타난 구체적 결과물을 의미한다. 즉 컴퓨팅 환경을 기반으로 프로그래밍의 기본 요소인 외부 입력과 출력이 이루어지며 이러한 작업이 명확하고 유한한 명령어로 이루어지고 정의적 요소로 과제집착력, 동기, 독창성, 유창성, 개방성 등이 있으며 이러한 성격은 융합적 산출물을 만들어내는 데 있어 중요하게 작용한다. 환경적 요소는 창의적 아이디어를 지원하는 환경, 분야, 영역들이 있다. 그 중에서 아이디어를 지원해주는 학습 양식과 모형, 학습매체, 교육용 콘텐츠 등이 있는데 이러한 환경적 요소를 바탕으로 다양한 영역의 지식을 융합하여 산출물을 설계하고 제작하는 활동이 이루어진다[5][17][20][21].

Papert(1991)와 Resnic(2006)은 프로그래밍에 입문하는 초등학생에게 마이크로 컨트롤러 기반의 피지컬 컴퓨팅 학습매체를 다양한 공작 재료와 결합하여 기능적으로 유용한 산출물 제작하는 활동이 학습자의 프로그래밍 능력을 향상시키고 내적 동기와 창의적 인성 향상에 효과가 있음을 강조하였다[15][16].

이렇듯 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육은 학습자가 자기 결정적 학습 과정과 창의적 설계 능력과 같은 추상화 능력을 컴퓨팅 환경을 이용한 설계 및 구현 과정을 통해 기능적으로 유용하고 자동화 기능을 갖춘 산출물로 구현하는 과정을 의미한다.

3. 교육용 콘텐츠 개발

3.1 교육용 콘텐츠 개발 방향

초등학생의 미래 IT역량 강화를 위한 융합적 산출물 기반 소프트웨어 교육용 콘텐츠 개발 방향은 다음과 같다.

첫째, 프로젝트 주제는 2015 개정교육과정의 성취기준과 학습자의 생활과 연관된 영역에서 선정하고 절차적 사고를 바탕으로 산출물 활동이 이루어질 수 있도록 학습 환경을 구성한다.

둘째, 피지컬 컴퓨팅 기반의 융합적 산출물 제작 활동 과정에서 초등학생의 지적 수준으로 이해하기 어려운 전기회로 이론 학습으로 인해 학습의 어려움을 겪지 않도록 컴퓨팅 환경을 구성한다.

셋째, 일방적 강의보다 소그룹 학습자 간 활발한 의사소통 과정을 통해 문제해결전략을 구사할 수 있는 환경을 구성한다.

넷째, 개별학습과 협동학습이 조화롭게 이루어질 수 있는 프로젝트 중심의 교육용 콘텐츠를 개발하여 협력과 의사소통을 학습할 수 있는 기회를 제공한다.

다섯째, 산출물 제작 과정에서 창의적 문제해결 기법과 절차적 사고 기법을 사용할 수 있는 학습 설계를 한다.

3.2 교육용 콘텐츠 설계

본 연구에서는 창의적 문제 해결 학습 모형인 CPS 모형을 기반으로 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육을 위해 콘텐츠 개발 방향에 따라 다음과 같이 교육용 콘텐츠를 설계하였다.

또한 개발 방향에 따른 교육용 콘텐츠는 <Table 2>와 같다.

3.2.1 문제제시

문제를 파악하기 위해 주어진 정보와 자료를 바탕으로 문제를 정의하는 단계로 생활 주변에서 센서를 통해 입력된 정보가 자동화 과정을 통해 동작 가능한 기기를 제어하는 원리를 탐색하는 과정이다. 이 단계에서 학습자는 브레인스토밍 활동을 통해 제시된 사례에서 호기심과 동기를 유발하는 활동이 이루어진다.

<Table 2> Learning Contents

Step	Contents
Mess Finding	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Proposing a problem and motivation ○ Proposing a problem related to the principle and condition of auto-door opening/closing; Understanding operating principle through brainstorming work
Data Finding	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Collecting data and practicing basic process ○ Scratch for arduino control basics of programming <ul style="list-style-type: none"> - Scratch screen composition; command control block - Repetitive statement, conditional statement, variables, data input/output ○ Arduino structure; parts introduction <ul style="list-style-type: none"> - Mounting a sensor shield on a arduino board - Connecting a sensor and a board ○ Principle of arduino and sensor; controlling <ul style="list-style-type: none"> - Using sensor value as variable; controlling LED and servo-motor using conditional statement and repetitive statement ○ Realizing auto-door opening/closing unit with distance sensor, servo-motor, IR sensor by using variables, constant, repetitive statement, and conditional statement
Problem Finding	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Stating and selecting a problem to learn and solve ○ Finding a problem related to making a device that automatically cultivating a plant in a flowerpot implants, using arduino <ul style="list-style-type: none"> - Exploring necessary resources and sharing information, based on the learning step of 'Finding Data
Idea Finding	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Creating ideas ○ Creating ideas for problem solving <ul style="list-style-type: none"> - Setting light brightness, temperature, and humidity as variable; and making 'Auto Flowerpot Cultivating Unit' by using arduino, luminance sensor, temperature sensor, and soil moisture - Setting upper-level problem (design a device; knowing the components of necessary sensor and device) - Setting lower-level problem and solving (finding programming realization method by function) - Confirming the elements of other areas necessary for device composition; adding additional elements; confirming a device and composition; and modifying ○ Setting sensor values as variable; creating ideas for arduino-based project plan; and designing convergent output ○ Realizing convergent output project using arduino on the basis of the design
Solution Finding	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Finding a solution and realizing output ○ Finding a solution and applying it <ul style="list-style-type: none"> - Realizing a device using a developed solution and summarizing solutions - Composing an optimum device and programming ○ Making a presentation of a solution <ul style="list-style-type: none"> - Demonstrating a developed project and making a presentation of development process
Acceptance Finding	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Evaluating output and getting feedback ○ Evaluating output <ul style="list-style-type: none"> - Finding errors in the process of development using PMI(Plus, Minus, Interest) technique and correcting them after getting feedback - Demonstrating a completed project; self-evaluation; peer evaluation and sharing

3.2.2 자료발견

문제해결에 필요한 정보와 자료를 수집하여 활용 가능한 상태로 만드는 단계이다. 이 단계에서 아두이노 하드웨어 구성 및 프로그래밍에 관련된 기초 원리를 학습하고 예제를 통해 산출물 구현 방법을 익히는 활동이 이루어진다.

3.2.3 문제발견

문제를 컴퓨팅의 관점에서 탐색하여 정의하고 인식하는 단계이다. 이 과정에서 브레인스토밍을 통한 확산적, 수렴적 사고과정을 통해 문제를 진술하고 체계적이고 조직적인 방법으로 문제의 요인별 속성을 파악하며 다음 단계에 이어질 아이디어 발견 단계에 필요한 조건을 탐색하고 공유하는 활동이 이루어진다.

3.2.4 아이디어 발견

수집한 정보와 자료, 예제를 통해 익힌 기초 원리를 이용하여 융합적 산출물을 제작하기 위한 아이디어를 생성한다. 학습자는 프로그래밍과 아두이노 장치 구현, 교과 지식 등과 같은 여러 가지 지식의 융합을 통해 주어진 문제 해결을 위해 상위 문제와 하위 문제를 설정하고 산출물을 설계하는 활동이 이루어진다.

3.2.5 해결책 발견

아이디어를 산출하는 과정에서 최선의 아이디어를 선택하고 산출물을 제작하는 단계이다. 이 단계에서 아두이노를 이용하여 장치를 구성하고 이 장치의 자동화를 위해 스크래치 프로그래밍을 통해 결과를 확인하는 단계이다. 이 과정에서 학습자는 산출물 또는 프로그래밍 제작 과정의 오류를 확인하며 다른 그룹의 산출물과 비교하며 오류와 개선점을 확인한다.

3.2.6 수용안 발견

아두이노를 이용한 융합적 산출물에 대한 검증 단계로 아이디어나 프로그래밍이 구체적으로 정리되고 논리

적 체계를 갖추었는지 검증이 이루어진다. 이 과정에서 PMI(Plus, Minus, Interest) 기법을 이용한 평가활동이 이루어진다. PMI는 좋은 점(Plus), 나쁜 점(Minus), 흥미로운 점(Interest)의 세 가지 관점에서 생각하며 아이디어를 검증하고 수정하는 과정으로 프로그래밍에서는 디버깅(Debugging)에 해당되는 과정이고 융합적 산출물 제작에서는 장단점, 완성도, 논리적 체계성을 검증하는 과정에 해당된다[10][21].

4. 연구 방법

4.1 연구가설

본 연구에서는 초등학생을 위한 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육용 콘텐츠를 이용한 학습이 학습자의 창의적 인성에 미치는 효과를 검증하고자 한다. 연구의 효과를 검증하기 위한 가설은 다음과 같다.

연구가설 1: CPS 모형 기반의 스크래치 프로그래밍을 이용하여 융합적 산출물 제작 콘텐츠 학습을 적용한 집단은 창의적 인성이 유의미하게 향상된다.

연구가설 2: CPS 모형 기반의 스크래치 프로그래밍을 이용하여 융합적 산출물을 제작하는 소프트웨어 교육 콘텐츠를 적용한 집단은 CPS 모형 기반의 스크래치 프로그래밍 교육 콘텐츠 학습을 적용한 집단에 비해 창의적 인성이 유의미하게 향상된다.

4.2 연구대상

본 연구의 연구대상은 경기도 성남시에 소재하고 있는 N 초등학교의 6학년 2개 학급으로 구성하였다. 각 학급은 임의로 실험집단과 통제집단으로 구성하였으며 실험집단은 28(남:15명, 여:13명), 통제집단은 28명(남:16명, 여:12명) 총 56명으로 구성되어 있다.

4.3 연구절차

본 연구에서는 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교

육용 콘텐츠의 학습효과를 분석하기 위해 실험집단과 통제집단 두 집단에 대해 사전검사로 창의적 인성 검사를 실시한 후 실험집단은 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육용 콘텐츠를 적용하고 통제집단은 스크래치를 이용한 소프트웨어 교육용 콘텐츠를 적용하였다. 학습은 총 10주 간 16차시에 걸쳐 이루어졌으며 실험처치 후 사후검사로 창의적 인성 검사를 실시하였다. 사후검사 후 사전검사 결과를 공변인으로 하여 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다.

본 연구의 실험설계를 도식화 하면 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Experimental Design

G ₁	O ₁	X ₁	O ₂
G ₂	O ₁	X ₂	O ₂

G₁: Experimental group
 G₂: Control group
 O₁: Pre-test
 O₂: Post-test
 X₁: Scratch programming related with integrative production based on CPS model (using Arduino and Scratch)
 X₂: Scratch programming based on CPS model (using Scratch only)

4.4 검사 도구

본 연구에서 사전·사후검사를 위해 한국교육개발원이 개발한 창의적 인성 검사 도구를 사용하였다[3].

검사 도구는 4점 척도로 총 27문항으로 구성되어 있으며 항목별 내적 합치도 계수인 Cronbach α 값은 과제 집착 .749, 호기심 .699, 심미성 .495, 사고의 개방성 .635, 독립성 .727, 위험감수 .735로 나타났다. 이 중 신뢰도 계수의 최소 요구치인 .60보다 낮은 심미성 영역의 경우 24번 문항을 제거하여 .630의 내적 합치도 계수를 확보하였다.

5. 연구 결과

5.1 사전검사(창의적 인성)

연구를 위해 선정된 실험집단과 통제집단의 창의적

인성 사전검사 기술통계량은 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Pre-test Creative Personality

Group	N	M	SD
G ₁	28	83.71	8.952
G ₂	28	83.96	10.16

정규성 검정을 위한 실험집단과 통제집단의 Shapiro-Wilk 검정 결과 실험집단의 유의확률은 .130, 통제집단의 유의확률은 .434로 유의수준 .05에서 두 집단의 정규분포를 확인하였다.

등분산 검정을 위해 실험집단과 통제집단의 Levene 등분산 검정을 실시하였으며 검정 결과 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Results of Levene's Test

	Levene statistic	df1	df2	p
Creative Personality	.407	1	54	.526

두 집단의 등분산 검정 결과 유의확률은 .526으로 유의수준 .05에서 등분산 가설을 충족시키는 것으로 확인하였다.

5.2 사후검사(창의적 인성)

본 연구에서는 창의적 인성에 대한 사전검사의 영향을 통제하여 연구결과의 내적타당도를 높이기 위해 공분산 분석을 실시하였다.

실험집단과 통제집단의 창의적 인성에 대한 사전검사 점수를 통제된 교정점수의 평균과 표준오차에 따른 공분산분석 결과는 각각 <Table 6>, <Table 7>과 같다.

<Table 6> Results of Adjusted Mean on Creative Personality Test

Group	N	Pre-test		Post-test		Adjusted Mean	
		M	SD	M	SD	M	SE
G ₁	28	83.71	8.952	90.39	6.669	90.42	1.241
G ₂	28	83.96	10.16	85.89	7.350	85.85	1.241

<Table 7> Results of ANCOVA on Creative Personality Test

Source	SS	df	MS	F	p	partial η^2
Pre-test	373.076	1	373.076	8.649	.005	.140
Group	292.162	1	292.162	6.773	.012	.113
Error	2286.281	53	43.137			
Corrected total	2942.857	55				

R squared = .223(adjusted R squared = .194)

실험처치 후 실험집단과 통제집단의 집단 간 차이는 $F=6.773$ 으로 유의수준 .05에서 교육용 콘텐츠에 따른 유의한 차이가 있음을 확인하였고 사전검사 점수를 공변량으로 처리한 공분산분석 결과 $F=8.649$ 으로 유의수준 .05에서 유의한 차이가 있음을 확인하였다.

실험집단의 창의적 인성의 세부 영역별 검사를 위해 사후-사전 대응표본 t검정을 실시하였으며 결과는 <Table 8>과 같다.

<Table 8> Results of Paired Samples Test (experimental group)

Sub-scales	N	M	SD	t	p
Challenges obsession	28	1.607	2.132	3.990	.000
Curiosity	28	1.750	1.898	4.879	.000
Aesthetics	28	1.786	1.969	4.798	.000
Openness	28	.893	1.524	3.101	.004
Independence	28	.500	2.208	1.305	.203
Risk taking	28	.143	1.533	.493	.626

검정 결과 유의수준 .05에서 창의적 인성의 세부영역 6개 항목 중 독립성과 위험감수 영역을 제외한 과제집착, 호기심, 심미성, 사고의 개방성, 4개 항목에서 유의한 차이가 있었다.

또한 실험집단과 통제집단 간에 창의적 인성의 세부 영역별 검사를 위해 독립표본 t검정을 실시하였으며 결과는 <Table 9>와 같다.

검정 결과 유의수준 .05에서 실험집단과 통제집단 간에 사후검사 점수를 비교하였을 때 창의적 인성의 세부영역 6개 항목 중 과제집착, 호기심 2개 항목에서 유의한 차이가 있었다.

<Table 9> Results of Independent Samples Test (control group between experimental group)

Sub-scales	group	N	M	SD	t	p
Challenges obsession	G ₁	28	17.57	1.643	2.149	.036
	G ₂	28	16.50	2.064		
Curiosity	G ₁	28	17.89	1.449	2.241	.029
	G ₂	28	16.82	2.074		
Aesthetics	G ₁	28	16.79	1.729	1.607	.114
	G ₂	28	15.89	2.378		
Openness	G ₁	28	10.61	1.197	.113	.910
	G ₂	28	10.57	1.168		
Independence	G ₁	28	13.64	1.789	1.999	.051
	G ₂	28	12.57	2.201		
Risk taking	G ₁	28	13.89	1.571	.803	.426
	G ₂	28	13.54	1.753		

6. 결론 및 제언

본 연구는 초등학생의 미래 IT역량인 컴퓨팅 사고 능력 향상을 위해 피지컬 컴퓨팅 플랫폼인 아두이노를 활용하여 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육용 콘텐츠를 개발하고 이를 적용하였다. 연구의 실험처치 효과를 검증하기 위해 실험집단에 CPS 모형을 기반으로 스크래치 프로그래밍을 이용하여 융합적 산출물 제작하는 교육용 콘텐츠를 적용하였고 통제집단에 CPS 모형 기반을 기반으로 스크래치 프로그래밍을 이용하여 가상의 산출물을 제작하는 교육용 콘텐츠를 적용한 후 사전검사 결과를 공변량으로 처리한 공분산분석을 실시한 결과는 다음과 같다.

첫째, 연구가설 1을 검증하기 위해 사전검사 점수를 공변량으로 처리한 결과 $F=8.649$ 으로 유의수준 .05에서 유의한 차이가 있음을 확인하였다.

둘째, 연구가설 2를 검증하기 위해 실험집단과 통제집단 간의 차이를 비교한 결과 창의적 인성 점수는 $F=6.773$ 으로 유의수준 .05에서 유의한 차이가 있음을 확인하였다.

또한 창의적 인성의 세부 영역별 검사를 위한 실험집단의 사후-사전 대응표본 t검정과 실험집단과 통제집단 간 독립표본 t검정을 실시한 결과는 다음과 같다.

첫째, 실험집단의 창의적 인성 세부항목별 검사를 실시한 결과 유의수준 .05에서 과제집착, 호기심, 심미성, 사고의 개방성, 4개 항목에서 유의한 차이가 있음을 확인하였다.

둘째, 실험집단과 통제집단 간에 창의적 인성의 세부 항목별 검사를 실시한 결과 유의수준 .05에서 창의적 인성 세부영역 중 과제집착, 호기심 2개 항목에서 유의한 차이가 있었다.

이 연구를 통해 초등학교 6학년 학습자를 대상으로 실험집단과 통제집단에 동일하게 CPS 모형을 적용하였을 때 아두이노를 이용한 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육용 콘텐츠를 적용한 집단이 스크래치 기반의 소프트웨어 교육용 콘텐츠를 적용한 집단에 비해 창의적 인성 향상에 더 효과가 있고 특히 창의적 인성의 주요 요인인 과제집착과 호기심 향상에 효과가 있다고 결론 내릴 수 있다.

이는 학습자가 가상의 프로그래밍 학습매체와 간단한 상호작용을 통해 학습에 참여하거나 산출물을 만들어 내는 것보다 피지컬 컴퓨팅 학습매체를 이용하여 창의적 문제 해결 과정을 통해 학습매체를 직접 설계하고 생성하는 산출물 기반의 프로그래밍 학습에 참여하는 것이 창의적 인성 향상에 효과가 있음을 알 수 있다. 이를 통해 향후 초등학생을 대상으로 하는 소프트웨어 교육용 콘텐츠 개발의 시사점을 제공한다.

이상의 연구를 바탕으로 효과적인 컴퓨팅 교수·학습 방법과 콘텐츠 개발에 대해 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 초등학생 수준에 맞는 피지컬 컴퓨팅 학습매체 개발에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서 사용된 아두이노는 오픈소스 하드웨어 기반의 학습매체로 다양한 개발 환경을 지원한다. 그러나 초등학생의 인지 수준에서 복잡한 회로를 구성하는 데 어려움이 있을 것을 예상하여 센서실드와 같은 확장기기를 통해 이를 보완하고자 하였다. 이후 연구를 통해 학습자의 수준별 문제점과 요구사항을 파악하여 학습매체 개발 연구에 반영해야 한다.

둘째, 융합적 산출물 기반의 소프트웨어 교육을 통해 다양하고 새로운 문제를 발견하고 높은 차원의 새로운 문제를 해결 할 수 있도록 하고 학습자가 프로그래밍에 대한 흥미와 내적동기를 갖고 새로운 도전이 이루어질 수 있는 교수·학습 모형 개발에 대한 연구가 이루어져

야 한다.

마지막으로 소프트웨어 교육에서 융합적 산출물에 대한 평가 루브릭을 개발하고 2015 개정교육과정의 성취 기준에 부합하는 다양한 교육용 콘텐츠의 개발에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Amabile, T. M. (1996). Creativity in context: Update to "the social psychology of creativity.". Westview press.
- [2] Guilford, J. P. (1959). Traits of creativity. *Creativity and its cultivation*, 10, 141-161.
- [3] Ha Joo Hyoun (2011). Development of Creative Personality. KEDI, CR2011-43.
- [4] Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (2000). Creative approaches to problem solving: A framework for change. Kendall Hunt Publishing Company.
- [5] Jamieson, P. (2010). Arduino for teaching embedded systems. are computer scientists and engineering educators missing the boat?. *Proc. FECS*, 289-294.
- [6] Jo Seok Hee (2002). Development of Creative Problem Solving Inventory (II), KEDI, CR 2002-43.
- [7] Kafai, Y. B., & Resnick, M. (1996). Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world. Routledge.
- [8] Kang Choong Youl (2011). The Implications of the Thematic Textbooks Advent for the Elementary Integrated Curriculum. *Journal of Curriculum Integration*, 5(3), 73-101.
- [9] Kim Gyoung Hoon (2012). Creative problem solving information-based education policy direction navigation key competencies for the future promotion of Korean. KICE, RRC 2012-7
- [10] Kim Young Chae (1999) "Creative Problem Solving: Theory of creativity, development and teaching." Seoul: Education Press.
- [11] Lee Eun Kyung (2009). A Robot Programming

Teaching and Learning Model to Enhance Computational Thinking Ability. [dissertation]. Korea National University of Education.

- [12] Lee Young Jun, Lim Woong, Lee Eun Kyung (2010). An Informatics Education Program for Enhancing Creative Problem Solving Ability. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 13, 1-8.
- [13] Lee Young Jun (2014). Research for introducing Computational Thinking into primary and secondary education. *KOFAC*, BD14060010.
- [14] O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers. Course Technology Press.
- [15] Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36, 1-11.
- [16] Resnick, M. (2006). Computer as paint brush: Technology, play, and the creative society. Play=learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth, 192-208.
- [17] Seong Eun Hyeon(2003). Impact of the visuo-spatial intelligence the academic score and the creative personality on the creative thinking. *The Journal of Korean Educational Psychology Association*, 17(3), 351-372.
- [18] Torrance, E. P. (1988). The nature of creativity as manifest in its testing. The nature of creativity, 43-75.
- [19] Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.
- [20] Yoon Sun Hee (2011). Exploration of Creativity Components in Computer Science. Korea National University of Education [master's thesis].
- [21] Yu Gyoung Hoon (2010). A Structural Analysis of the Variables on Children's Creative Product. *The journal of Asian education*, 11(3), 71-95.

저자소개

서 정 현



2002 춘천교육대학교 윤리교육과(교육학학사)
 2007 서울교육대학교 초등컴퓨터교육과(교육학석사)
 2011~현재 한국교원대학교 초등컴퓨터교육과 박사 과정
 관심분야: 프로그래밍 교육, 피지컬 컴퓨팅
 e-mail: eos1030@gmail.com

김 영 식



1982 서울대학교 전기공학과(공학사)
 1987 노스캐롤라이나주립대학교 전기 및 컴퓨터공학과(공학석사)
 1993 노스캐롤라이나주립대학교 전기 및 컴퓨터공학 (공학박사)
 1993~1994 한국전자통신연구소 선임연구원
 1995~1996 한국전자통신연구소 위촉연구원
 1996~1998 한국전자통신연구소 초빙연구원
 1994~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
 관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래밍교육, 피지컬 컴퓨팅, e-Learning
 e-mail: kimys@knue.ac.kr