

융합적사고력 신장을 위한 초등학생용 CT 기반 융합인재교육(CT-STEAM) 프로그램 개발

함성진[†] · 김순화^{††} · 박세영[†] · 송기상^{†††}

요 약

기존의 과학교육이 지닌 문제점들을 개선하기 위하여 2011년부터 우리 교육현장에 STEAM이 도입되었다. 하지만, 급속한 정보통신기술의 발달에 따라 각종 스마트기기와 모바일 기기 등 다양한 교육용 테크놀로지를 활용하여 문제를 해결하게 될 미래의 학교 모습은 이에 걸맞은 새로운 형태의 STEAM을 요구하게 되었다. 이러한 흐름에 맞춰 본 연구에서는 각종 Computing 기기를 활용하여 현실 세계의 복잡한 문제를 융합적 사고를 통하여 해결하는 새로운 형태의 융합인재교육인 CT-STEAM (Computational Thinking & STEAM) 교육을 제안하고, 이를 실제 교육현장에 효과적으로 도입하기 위한 전단계로 CT-STEAM 수업 모형을 개발하고, 프로그램을 지도하기 위한 전략으로 교수-학습 지도안을 구안하여 정보와 컴퓨터 교육 분야 전문가를 통해 프로그램의 타당성 검증을 하였다. 본 연구의 결과는 21세기 미래 학교에서 창의적이고 능동적인 문제 해결을 도와줄 수 있는 CT와 STEAM에 대한 이해를 제고하며 향후 융합적 CT 교육을 위한 다양한 수업방법 개발에 기초자료를 제공해 줄 것이다.

주제어 : Computational Thinking, CT, STEAM, 융합인재교육, 창의력, 스크래치

Development of CT-STEAM Education Program Enhancing Integrated Thinking Skills for Elementary School

Seong-Jin Ham[†] · Soonhwa Kim^{††} · Se young Park[†] · Ki-Sang Song^{†††}

ABSTRACT

STEAM education has been introduced to resolve the existing problems of science education since 2011. However, as ICT develops rapidly, the future of the schools with various educational technologies is demanding for a new type of STEAM education. Therefore, the current research suggests CT-STEAM (Computational Thinking & STEAM) education, the new approach to provide integrated thinking based education with all sorts of computing devices. Firstly, the instruction model was developed as a fundamental step to introduce CT-STEAM in the real education scene. Then, lesson plan was developed as a implementation strategy, and it was tested for validity by computer education experts. It is hoped that the results of this study can enhance the understanding of CT and STEAM Education, also to provide baseline information to develop various teaching methods for integrated CT education.

Keywords : Computational Thinking, CT, STEAM, Creativity, Scratch

[†] 정 회 원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
^{††} 정 회 원: 대전교육과학연구원(대전상대초등학교)
^{†††} 종신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
논문접수: 2014년 10월 13일, 심사완료: 2014년 11월 6일, 게재확정: 2014년 11월 14일
* 본 논문은 2014년 한국컴퓨터교육학회 하계학술대회 발표 원고를 수정·보완하였음.

1. 서론

지난 2013년 12월 경제협력개발기구(OECD)는 OECD 학업성취도 국제비교연구(Programme for International Student Assessment; 이하 PISA) 2012년 시행 결과를 공식 발표하였다. 이 보고서에 따르면 우리나라의 학업성취도는 OECD 34개국 중에서 과학 2~4위, 수학 1위, OECD 회원국을 포함한 전체 65개국 중에서 수학 3~5위, 과학 5~8위로 최상위 성취를 보였다[1].

또한 2011년 시행했던 과학 및 수학 성취도 비교 연구(TIMSS) 보고서에 따르면 우리나라의 초등학교 4학년의 학업성취도는 과학 1위, 수학 2위를 차지하여 조사대상 50개국 중에서 최상위 수준이었다[2].

그러나 이러한 최상위 수준의 학업성취도에도 불구하고 과학에 대한 자신감과 흥미 등 정의적 요소 측정치는 하위권 수준에 머물렀는데, 2006년 PISA에서는 57개국 중 과학에 대한 흥미도가 55위, 2011년 TIMSS에서는 수학 및 과학의 자신감과 흥미도가 참가한 국가들 평균에 비해 낮은 것으로 밝혀졌다.

이러한 결과에 대해 그 이유를 다양하게 생각해 볼 수 있지만, 일방적인 지식 전달 방식의 교수-학습 방법과 단순 암기식 학습 방법도 한 원인이라고 지적할 수 있다. 단순히 지식만을 전달하고 암기하는 교육 방법은 단시간에 정확한 지식을 전달하여 성취도 평가에서는 일시적으로 높은 점수를 받을 수 있겠지만 과학이나 수학 과목에 대한 자신감과 흥미는 이끌어낼 수가 없는 것이다. 또한 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정을 통해 실생활과 밀접한 내용으로 교과서의 내용이 구성되었음에도 불구하고 실제 교육내용이 적용되는 교육 현장에서 학생들의 흥미를 적극적으로 이끌어내지 못하는 것도 한 이유일 것이다[2].

바로 이러한 과학교육이 지닌 문제점들을 개선하기 위하여 2011년부터 우리 교육현장에 융합인재교육(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics; 이하 STEAM)이 도입되었다고 할 수 있다. 현재 우리가 살고 있으며 미래에도 살아가게 될 정보화 지식기반사회는 단순히 지식이나 기술만을 필요로 하진 않는다. 창의성과 감

성을 지니고 학문간 경계를 넘나들며 학문간 융합을 이끌어 낼 수 있는 융합인재를 필요로 하는데, STEAM 교육은 이러한 변화에 대응하는 새로운 교육 패러다임이다. 미국이 STEM 교육에서 수학·과학 교육 강화를 외쳤다면 거기에 예술적 요소를 더하여, 학생들의 창의성과 감성을 일깨우며 과학에 대해 흥미와 호기심을 가지고 스스로 문제를 정의하고 능동적으로 참여하며 문제를 해결할 수 있는 능력을 배양함으로써 창의성을 발휘할 수 있는 우수한 과학기술인재로 키우려고 하는 것이 바로 STEAM인 것이다.

한편, 앞으로 다가올 미래의 학교에서는 종이교과서를 대신하여 전자책의 활용이 보편화될 것이고, 이에 따라 학생들은 전자책을 통하여 여러 가지 학습 문제를 해결하고, 주어진 과제나 프로젝트를 수행하게 될 것이라 예견된다. 이러한 변화의 흐름에 따라 현재의 STEAM교육의 모습 또한 변모해야 하며, 종이책 대신에 각종 스마트기기와 모바일 기기 등 다양한 교육용 테크놀로지를 활용하여 문제를 해결하는 미래의 학교 모습에 걸맞은 새로운 형태의 융합인재교육이 요구된다고 할 것이다.

이에 본 연구에서는 각종 Computing 기기를 활용하여 현실 세계의 복잡한 문제를 융합적으로 해결하는 새로운 형태의 융합인재교육인 CT-STEAM (Computational Thinking & STEAM) 교육을 제안하고, 이를 실제 교육현장에 효율적으로 도입하기 위한 전단계로 CT-STEAM 수업 모형을 개발하고자 한다.

2. 이론적 배경

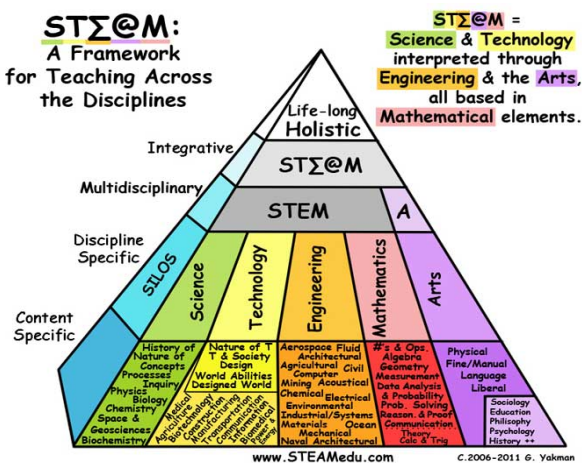
2.1 융합인재교육(STEAM)

창의적이고 융합적인 과학기술형 인재를 기르려고 현재 우리나라에서 추진 중인 STEAM 교육은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과 간의 통합적인 교육 방법을 의미하는데, 교육부는 STEAM을 “과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 소양과 실생활의 문제 해결력을 배양하는 교육”이라 정의했다[3].

미국 버지니아 공대 출신이면서 버지니아주 기술교육협회장인 Georgette Yakman이 수학·과학

교육을 강화하기 위해 도입했던 STEM 교육에서 Art의 개념을 새롭게 추가하여 기존의 STEM 교육이 갖는 한계를 극복하고 학문간 융합을 이루고자 STEM을 확장한 개념이기도 하다. STEAM의 좀 더 자세한 정의를 위해 Georgette Yakman은 <그림 1>과 같은 “The STE@M Pyramid”를 제시하였다[4].

<그림 1>에서와 같이 교육단계는 전문교육단계에서 상위의 평생교육단계까지 하위 단계에서 보다 상위단계로 갈수록 전문 교과가 점점 통합되어지는 양상을 띠며 최종단계에서 Holistic 교육으로 통합되어진다. 초등교육은 상위 두 번째 수준인 통합교육(Integrative)의 단계라고 할 수 있는데, 여기서 STEAM은 통합교과 학습의 하나로써 모든 학문에 대한 광범위한 접근을 통해 실제로 다양한 학문들이 지닌 학문적 연관성과 함께 가장 기본적인 내용들을 학습하게 되는 것이다. 한편으로는 기존 교육에 실생활과 관련 깊은 예술을 더한 형태의 융합된 교육 방식을 가리키는 것이라고도 할 수 있다[4][5].



<그림 1> Georgette Yakman의 ‘The STE@M Pyramid’

2.2 Computational Thinking

Computational Thinking이란 용어는 Jennette Wing(2006)에 의해 컴퓨터학계에 널리 알려졌는데, Wing은 “미래 지식 정보화시대를 살아갈 모든 사람이 갖추어야 할 기본적인 사고 능력으로서 컴퓨터 과학의 기본 개념 및 컴퓨터 과학 원리에 따른 문제 해결 방식과 시스템 설계 방법,

인간 행동의 이해까지 포함되는 추상적인 사고 능력”이라고 정의하고, 읽고 쓰고 셈하기(3R’s)처럼 컴퓨터 과학자만이 아닌 모든 학습자가 가져야 할 가장 기본적인 태도와 기술에 포함되어야 한다고 주장했다[6][7].

최근 Computational Thinking(컴퓨터 활용 사고, 계산적 사고, 정보과학적 사고, 이하 CT)는 컴퓨터과학의 중심개념이라고 할 수 있으며, 미국과 영국을 중심으로 CT의 중요성을 인식하고 그에 대한 교육을 정규 교육과정에 포함시키기 위한 연구들이 지속적으로 수행되고 있으며, 우리나라에서도 CT 개념에 대한 다양한 정의를 합리적으로 통합하여 제시하려는 노력과 함께 활발한 학문적 논의가 지속되고 있다. 한편, 미국의 CSTA(Computer Science Teachers Association)는 K-12 Computer Science Standards를 통해 CT가 모든 교과를 통해 학습자에게 주어진 문제를 해결해 가는 과정과 그로 인한 새로운 지식을 만들어 가는 과정에서 Computing의 능력과 한계에 대한 이해를 한층 더 발전시켜 문제에 대한 해결방법까지를 포함한 커다란 사고 과정이라고 제안하였다[6][7][8].

이렇듯 CT는 문제를 해결하기 위한 사고 과정을 모두 포함한 개념이기 때문에 학습자는 문제 해결과정에서 CT의 핵심 요소인 추상화(abstraction)와 자동화(automation) 등을 사용하면서 이를 변형하고 실행하며 적용해가는 과정에서 문제를 해결할 수 있게 된다. 이 과정은 앞에서 언급한 STEAM에서 추구하는 교과간의 학문적 융합을 통해 실생활의 문제를 해결하고자 하는 기본 생각과 일치하는 면이 있으며, CT의 핵심적 개념과 기능이 바로 수학, 과학, 예술 분야에 적용되고 있음을 보여준다고 할 수 있다[8].

즉, CT는 모든 학문 분야와 실생활의 복잡한 문제 해결에 적용할 수 있는 일반적 문제 해결 방법 중의 하나이며, 컴퓨터 과학의 핵심 요소이다. 따라서 컴퓨터 과학은 모든 학문 분야와 융합될 수 있을 뿐 아니라, STEAM의 핵심 영역으로 구성될 수도 있으므로 본 연구에서는 이러한 공통점을 바탕으로 CT-STEAM 수업 모형을 개발하기에 이르렀다.

2.3 스크래치 EPL

스크래치(Scratch)는 2007년 5월 MIT의 Media Lab과 UCLA의 연구자들이 미국과학재단, Intel의 지원을 받아 공동으로 개발한 교육용 프로그래밍 언어로, 미술과 컴퓨터 애니메이션, 대화식 스토리, 게임 등 다양한 방식으로 개발할 수 있다. 스크래치는 한국어가 지원되는 등 다른 교육용 프로그래밍 언어보다 훨씬 다양한 기능들을 제공하는데, 스크래치가 가진 특징들을 다음과 같이 요약해 볼 수 있다[9].

첫째, 스프라이트(sprite)라고 하는 객체는 쉽고 편리하게 정의할 수 있다. 둘째, 10개의 코드 블록들로 이루어진 스크립트를 이용하여 프로그래밍을 한다. 셋째, 이벤트 처리의 핵심인 스크립트는 스프라이트의 동작을 직관적으로 정의할 수 있다. 넷째, 그림, 소리 등 풍부한 미디어의 투입이 가능하므로 재미있게 학습할 수 있다. 다섯째, 레고블록과 같이 프로그래밍 블록을 이용해 학습하는 방식(Building-block Programming Language)으로 코드를 직접 작성하지 않고 블록을 쌓고 조립하면서 프로그래밍을 할 수 있다. 여섯째, 뛰어난 공유성으로 스크래치 홈페이지를 통해 다양한 기기를 통해 전 세계의 다른 사람과 제작내용을 공유할 수 있다. 일곱째, 물리적 센서 등을 활용하여 기기를 조작하면서 프로그래밍을 학습할 수 있다. 여덟째, 한글을 포함한 매우 다양한 언어를 지원한다[9].

본 연구에서는 실제 교육현장 적용을 위한 이상적인 도구로써 이러한 다양한 장점을 가진 스크래치 EPL을 수업에 활용하도록 한다. 블록 쌓기 프로그래밍 방식으로 공유와 협력이 가능한 스크래치 EPL을 실제 수업에 활용하는 방향으로 수업 모형을 개발하면 현장 적용도가 높은 CT-STEAM 수업 모형이 개발될 것으로 기대된다.

3. CT-STEAM 수업 모형 개발

3.1 CT 및 STEAM 관련 이론에 대한 문헌 분석, 선행 연구 결과 조사

본 연구 활동과 관련된 다양한 이론 및 논문, 단

행본, 실제 교수·학습 자료로 개발된 사례 등을 여러 가지 방법으로 분석하고, 각 사례별 결과를 조사하여 본 연구에 시사할 수 있는 바를 도출한다. 연구의 분야별 구체적인 내용들은 다음과 같다.

<표 1> STEAM 관련 이론에 대한 탐색

주제	관련 문헌 및 토의 내용
STEAM 교육의 기초	STEAM 교육론
STEAM 교육의 국내외 사례	초등 융합인재교육 사례 연구
STEAM 교수학습 모형	KEDI 모형, 김진수(2011)의 STEAM 교육을 위한 큐빅 모형, 설계기반의 STEAM과 ADDIE 모형, 한양대 개발 6 Factor + 수업모형, Ehwa-global STEAM 모형
STEAM 교육의 단계와 학습 준거	각 단계가 가지는 요소, 학습 준거별 필요성

<표 2> CT 관련 이론에 대한 탐색

주제	관련 문헌 및 토의 내용
CT의 정의 및 구성 요인	Computational Thinking & 창의적 문제 해결 방법론
CT를 활용한 교육 프로그램 개발	정보과학적 사고와 교육
Scratch programming and STEAM	스크래치로 배우는 STEAM 교육

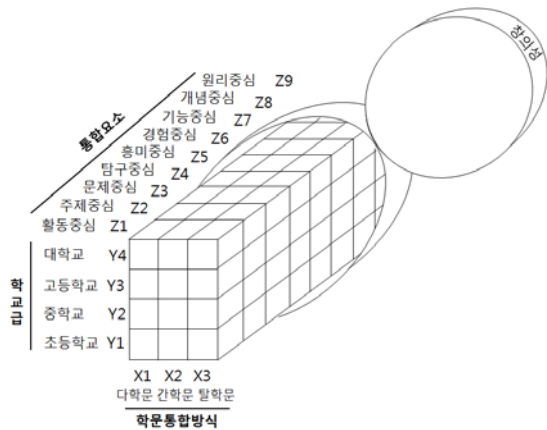
<표 1>과 <표 2>와 같이 STEAM과 CT 관련 이론들에 대한 다양한 탐색을 통해 CT-STEAM의 구체적 실현 방안을 모색하였다. 교과내 수업, 교과연계 수업, 창의적 체험활동, 기타 활동과도 관련지어 분석하였고, 분석 과정 중 필요한 경우 STEAM 및 CT 전문가와의 면담과 질의응답 등을 통해 면밀한 분석을 시행하였다.

3.2 STEAM 수업 모형 비교

STEAM 수업 모형 분석을 통하여 CT-STEAM 수업 모형을 창안하고 학교에 적용할 수 있는 수업 모형을 개발하기 위하여 김진수의 STEAM 교육을 위한 큐빅 모형과 백운수의 모형, KEDI 모형을 분석하였고, 그 내용은 다음과 같다.

3.2.1 김진수의 STEAM교육을 위한 큐빅 모형

김진수(2011)는 STEAM 교육의 목적을 창의성 신장에 두고 <그림 2>와 같은 큐빅 모형에서 X축은 학문의 통합 방식에 따라 분류하였고, Y축은 학교 급에 따라 분류하였으며, Z축은 통합의 요소에 따라 분류하였다. 특히 이 모형에서는 모든 STEAM 교육을 통해 창의성을 기를 수 있는 환경이 되도록 캡슐로 둘러싸고 있는 구조이다. 또한 통합의 요소를 9개의 요소(활동, 주제, 문제, 탐구, 흥미, 경험, 기능, 개념, 원리)로 제시한다는 점, 학교의 급(초, 중, 고, 대)을 4단계로 제시한다는 점에서 STEAM 교육이 영재교육으로서의 통합교육적 방법이라는 이론적 확장성을 지닌다[10].



<그림 2> 김진수의 STEAM교육을 위한 큐빅 모형

3.2.2 백윤수 모형과 KEDI 모형의 비교

<표 3> STEAM 수업 모형의 분석

구분	백윤수 모형(2011)	KEDI 모형
대상	일반학생	영재학교/과학고등학교 학생
교육 목표	창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양을 갖춘 인재 양성	창의적 과학기술 인재 양성
핵심 역량	배려, 창의, 소통, 내용 융합적 지식 및 개념 형성	전공능력, 사고력, 윤리의식, 소통력
교육 내용	교과의 기본 개념(학문), 기술(공학), 맥락	전공지식, 개념, 원리, 사고(분석, 통합, 문제발견, 문제해결력), 윤리(책임, 윤리), 소통(소통, 협업, 리더십)
교육 활동 전개	-	1단계: STEAM연구의 기본 소양 함양 2단계: STEAM연구 활동 정교화 3단계: STEAM지식 및 기술 심화

초중등 학생을 위한 STEAM 모형은 백윤수 모형과 KEDI 모형이 있다. 두 모형 간에 대상, 교육 목표, 핵심역량, 교육내용, 교육활동 전개 차원에서 비교한 결과는 다음 <표 3>과 같다.

3.3 CT의 9가지 주요 개념 요소

CT 기반 문제 해결 과정은 현실 상황에서의 문제를 컴퓨터의 관점에서 규정하고 그 문제의 해결 방법을 탐색하여, 효율적인 해결 절차를 통하여 강구하는 과정으로, ‘문제 이해 및 분석’, 정보과학적 원리 적용’, ‘문제 해결 방법의 설계(알고리즘 설계)’, ‘문제 해결 방법의 프로그래밍(알고리즘 구현)’, ‘실행 및 평가’의 순서로 이루어진다. 다음의 <표 4>는 미국의 K-12 수준(2011)에서 제시한 CT의 9가지 주요 개념에 대한 내용으로 본 연구에서는 CT-STEAM 수업 모형 설계 및 교수·학습 과정에 CT 중점 요소로 활용하려고 계획하였다[11][12].

<표 4> CT의 9가지 주요 개념

주요 CT 개념 요소			개념 요소 설명
DC	Data Collection	자료 수집	문제의 이해와 분석을 토대로 문제를 해결하기 위한 자료 수집
DA	Data Analysis	자료 분석	수집된 자료와 문제에 주어진 자료를 세심히 분류하고 분석
DR	Data Representation	자료 표현	문제의 자료 내용을 그래프, 차트, 단어, 이미지 등으로 표현
PD	Problem Decomposition	문제 분해	문제를 해결하기 위해 문제를 다루기 쉽도록 작은 부분으로 나뉘 분석
Ab	Abstraction	추상화	문제의 복잡도를 줄이기 위해 기본 주요 개념이나 정의 설정
Al	Algorithms & procedures	알고리즘	문제를 해결하기 위한 과정을 순서적 단계로 표현
Au	Automation	자동화	순서적으로 나열하고 표현한 내용을 컴퓨팅 기기를 이용하여 해결과정의 최선책을 선택
Si	Simulation	시뮬레이션	복잡하고 어려운 해결책이나 현실적으로 실행이 불가능한 해결책을 선택하기 위해 모의 실험 수행
Pa	Parallelization	병렬화	문제를 해결하기 위한 공동의 목표를 달성하기 위한 작업 수행

<표 5> CT-STEAM 수업 모형



3.4 CT-STEAM 수업 모형 설계

기존의 STEAM 교육은 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적인 소양을 갖춘 과학기술형 인재 양성을 위해 다양한 STEAM 수업 모형에 외형적 기반을 두고 교육부에서 제시한 STEAM 학습 준거틀에 내용적 기반을 더하여 설계했다. ‘상황제시’, ‘창의적 설계’, ‘감성적 체험’의 3단계로 구성된 STEAM 학습 준거틀은 흥미·동기·성공의 기쁨 등을 통해 새로운 문제에 도전하기 위한 열정이 생기도록 감성적 체험을 특히 강조하고, 학생들이 실패를 통해 학습과 성공의 경험을 함으로써 새로운 문제에 도전하는데 주안점을 두고 구성하였다[3][10].

본 연구에서 설계한 CT-STEAM 수업모형은 STEAM 수업모형들이 가진 다양한 장점과 ‘상황제시’, ‘창의적 설계’, ‘감성적 체험’의 3단계로 구성된 STEAM 학습 준거틀을 적극적으로 수용하였다. 한편, CT가 3R's처럼 컴퓨터 과학자만이 아닌 모든 학습자가 가져야 할 가장 기본적인 태도와 기술로서 의미가 크다고 판단하여 Computing의 능력과 한계에 대한 이해를 한층 더 발전시켜 문제에 대한 해결방법까지를 포함한 커다란 사고

과정이 되도록 설계했다. 즉, STEAM과 CT 관련 이론 분석, STEAM 수업모형 분석, 초등학교 과학과 교육과정 및 교과학습내용 분석을 바탕으로 미국의 K-12 수준(2011)에서 제시한 CT의 주요 개념 요소를 CT-STEAM 수업모형의 9가지 핵심 중점요소로 활용하여 컴퓨팅적 사고력을 확대·강화한 CT-STEAM 수업 모형이 되는데 주안점을 둔 것이다. 한편, 각 수업과정 단계별로 교사와 학생의 중심 활동이 무엇인지를 분명히 하여 추후 연구에서 효율적인 교수·학습안을 구성하는데 어려움이 없도록 설계한 점도 본 연구에서 제시한 CT-STEAM 수업 모형의 특징이라고 할 수 있다. 이러한 다각적인 연구를 통해 도출된 설계안은 다음의 <표 5>와 같다.

3.5 CT-STEAM 교육 프로그램 제작

3.5.1 CT-STEAM 학습 요소 추출

CT-STEAM에서 활용할 스크래치 EPL은 게임이나 애니메이션 등 움직임과 상태 변화를 표현한 프로젝트를 구현하기가 매우 수월하다. 그래서 과학과의 ‘운동과 에너지’ 영역에 해당하는 5학년 2

학기 과학과 3단원 ‘물체의 속력’을 스크래치를 활용한 CT-STEAM 교육 프로그램 내용으로 선정하였다. 허용적인 분위기에서 다양한 아이디어가 생성되어 CT-STEAM 교육 적용이 용이하도록 세분화된 과학 수업 주제를 <표 6>과 같이 정리하였고, CT-STEAM 학습 요소를 추출하였다.

<표 6> CT-STEAM 학습 요소 추출 (예시)

차시	학습 주제	CT 중점요소	STEAM요소
1	고무동력수레 경주하기	DC, DA, PD, Al, Si, Pa	S T E A M
2	운동의 의미와 운동을 나타내는 방법 알아보기	DC, DA, PD, Ab, Al, Au, Si, Pa	S T M
3	일정한 거리를 이동한 물체의 빠르기 비교	DC, DA, Ab, DR, Si, Pa	S T M

3.5.2 CT-STEAM 교수·학습 과정안 구안

CT-STEAM 교수·학습활동 단계별로 <표 5>의 CT-STEAM 수업 모형과 <표 6>의 CT-STEAM 학습 요소 추출안을 활용하여 CT-STEAM 교수·학습지도안을 구안하였다.

<표 7> CT-STEAM 교수-학습 지도안의 일부

단계	수업 지도안 내용 (일부 내용만 발췌)
문제 상황 제시	<ul style="list-style-type: none"> 미래의 도로 감시용 로봇 ‘월-E-II’ 월-E가 지구에 남아 혼자서 쓰레기를 치우게 하지 말고, 도로의 안전을 늘 살펴보는 ‘미래의 도로 감시용 로봇’-‘월-E-II’로 새롭게 프로그래밍을 해 보면 어떨까? 로봇 프로그래밍 마스터가 되어 로봇 조종하기 여러분이 로봇 프로그래밍 마스터가 되어 미래의 어느 도시에서 일하는 ‘월-E-II’를 찾으러 떠나볼까요? 선생님이 보여주는 스크래치 프로젝트를 보고 움직이는 것과 움직이지 않는 것을 구분하여 봅시다.
자료 수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> 우리 주변에서 운동하는 물체 찾아보기[DC] 생활에서 운동하는 물체를 찾아보고 자기 생각 발표하기[DA] ‘월-E-II’프로젝트에서 운동하는 물체와 운동하지 않는 물체의 특징을 찾아서 발표하기[PD]
(중 략)	
제작 및 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> 스크래치 프로젝트에서 멋진 자동차와 재미미의 운동 알아보기[DA] ‘처음 위치’, ‘나중 위치’라는 말을 이용하여 멋진 자동차의 위치 말하기[Ab] 스크래치 프로젝트에서 재미미의 운동에 대해 모둠별로 탐색해 보고 발표하기[Al, Au, Si]

게임에 흥미가 많은 초등학생이라는 점과 스크래치를 이용하면 손쉽게 게임 제작이 가능하다는 점, 게임 제작에는 스토리 구상과 배경음악 선정, 캐릭터 그리기 등 다양한 예술적 활동과 과학, 기술, 공학적 활동이 융합적으로 이루어질 수 있다는 점을 고려해 볼 때, CT-STEAM 교육 프로그램 각 중점요소를 고루 반영하여 스크래치 프로젝트를 제작할 수 있도록 스크래치 게임 제작을 위한 활동을 추가하였다. <표 7>은 CT-STEAM 교수-학습지도안의 일부이다.

4. CT-STEAM 프로그램 검증

본 연구에서 개발한 초등학생의 융합적 창의력 신장을 위한 CT 기반 초등 융합인재교육(CT-STEAM) 프로그램의 검증을 위해 전문가 검토를 실시하였다.

4.1 프로그램의 검증

4.1.1 조사대상

개발된 프로그램의 타당성을 검증받기 위해 대학교수 1명, 연구원 2명을 포함하여 초중등 교사 9명 등으로 구성된 정보와 컴퓨터 교육 분야 전문가 12명을 조사 대상으로 선정하였다. 전문가에 대한 기초조사 결과는 <표 8> 과 같다.

<표 8> 프로그램 검증에 참여한 전문가 기초조사 결과 (N=12)

변인	구분	전문가 수(명)	백분율(%)
성별	남	8	67
	여	4	33
소속 학교급 및 기관	초등학교	8	67
	중·고등학교 대학교	1 3	8 25
전문가 기초 조사	교육 (연구) 경력	5년 미만	4 33
		5년 이상 10년 미만	5 42
		10년 이상 15년 미만	2 17
		15년 이상 20년 미만	1 8
최종 학력	학사 졸업	학사 졸업	3 25
		석사 과정 및 수료	2 17
		석사 졸업	2 17
		박사 과정 및 수료	3 25
전공 분야	박사 졸업	박사 졸업	2 17
		정보·컴퓨터 교육	4 33
		초등컴퓨터 교육	6 50
	정보영재 교육	2 17	

융합 인재 교육 (STEAM) 인식에 대한 기초 조사	인식 정도	알고 있음	12	100	
		잘 모름	0	0	
	인식 경로	연수나 강의를 통해	11	92	
		여러 자료나 매체를 통해	2	17	
		수업(강의) 경험이 있음	2	17	
	연수 경험	있음	6	50	
		없음	6	50	
	수업 참관 경험	있음	2	17	
		없음	10	83	
	직접 수업(강의) 한 경험	있음	3	25	
없음		9	75		
초등교육 에서의 필요여부		(매우) 필요하다.	12	100	
		불필요하다.	0	0	
CT 인식에 대한 기초 조사	CT 인식 정도	알고 있음	10	83	
		잘 모름	2	17	
	CT 인식 경로	연수나 강의를 통해	10	8	80
		여러 자료나 매체를 통해		2	20

4.1.2 조사도구

프로그램의 타당성을 검증하기 위한 설문으로 실시한다. 설문 내용은 수학교육과정에서 초등정보영재 프로그래밍으로 개발된 자료를 평가하기 위해 이현주(2012)가 개발한 평가틀과 중3 수학영재를 위한 STEAM 교수-학습자료를 평가하기 위해 박소영(2013)이 개발한 평가틀 및 초등 정보영재를 위한 로봇프로그래밍 교육과정을 개발하고 제작한 김신엽(2008)의 평가틀을 기초로 <표 9>의 세부 평가 항목을 설정한다. 이렇게 마련된 평가지표에서 CT 기반 초등 융합인재교육(CT-STEAM) 프로그램을 위해 구안된 수업모형 부분과 교수학습설계 내용과 실제 수업에 적용되는 내용에 해당하는 부분을 중심으로 설문지를 작성한다[15][16][17].

<표 9> CT-STEAM 프로그램 평가 전문가 검토지 내용

평가 항목	문항 내용		척도				
	번 호	내 용	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
수업 모형 적합성	1	CT-STEAM 수업 모형 설계 및 교수학습 과정에 CT 중점 요소로 활용하고 있는 CT의 9가지 주요 개념에 대한 내용 선정이 적절하다.					
	2	CT-STEAM 수업 모델 설계안의 각 수업과정 선정은 CT 중점 요소별 균형을 고려하여 설계하였다.					

교수 학습 내용 조직 적합성	3	CT-STEAM 수업 모델 설계안은 컴퓨팅적 사고력을 확대강화한 CT-STEAM 수업 모형이 되는데 주안점을 두어 설계하였다.					
	4	CT-STEAM 프로그램의 교육목표를 달성하기 위한 교수-학습 전략이 다양하고 적절하다.					
		5	스크래치를 활용한 CT-STEAM 교육 프로그램 단위 선정이 적절하다.				
	6	스크래치를 활용한 CT-STEAM 교육 프로그램 학습 내용 선정이 적절하다.					
	7	CT-STEAM 수업 모형에서 제시하고 있는 학습 위계에 맞는 내용으로 교수-학습 지도안이 구성되었다.					
	8	CT-STEAM 교수-학습지도안에 서 각 단계별 학습 활동을 적절히 제시하였다.					
	9	효율적인 수업을 위해 다양한 수업방식을 적용하고 있다.					
	학습 난이도 적합성	10	초등학생의 수준과 발달 단계를 고려한 내용이다.				
		11	학습 내용 선정에 있어 학습의 넓이와 깊이를 고려한 체계로 구성되어 있다.				
수업 적용 적합성	12	학교 수업에 적용하기 쉽고 편리하게 구성되어 있다.					
	13	학교 수업에 투입했을 때, 수업의 완성도가 높을 것이라고 예상된다.					
	14	실천적이고 현실 가능한 수업 전략을 제시하고 있다.					
학습 자료 구성 적합성	15	학습 자료의 내용들이 수업 목표를 달성하기에 적합한 내용으로 구성되어 있다.					
	16	전이성이 높은 내용으로 현실 생활 모습과 관련을 맺고 있다.					
	17	내용이 참신하며, 학습에 도움을 줄 수 있을 정도로 신뢰할 만한 자료이다.					

4.2 프로그램의 검증 결과

4.2.1 수업모형 적합성

수업 모형 적합성에 대한 설문 결과는 <표 10>과 같은데, CT-STEAM 수업 모형 설계 및 교수·학습 과정에 CT 중점 요소로 활용하고 있는 CT의 9가지 주요 개념에 대한 내용 선정이 적절하고 각 수업과정 선정에 있어서도 CT 중점 요소별 균형을 잘 고려했다는 의견이 높았다. 그리고 제시된 수업 모델 설계안이 컴퓨팅적 사고력을 확대·강화한 CT-STEAM 수업 모형이 되는데 주안점을 두어 매우 적절하게 설계했다는 의견도 많았다.

<표 10> 수업모형 적합성에 대한 설문 결과

문항 내용	타당성 정도 (N=12)				
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
1. CT-STEAM 수업 모형 설계 및 교수학습 과정에 CT 중점 요소로 활용하고 있는 CT의 9가지 주요 개념에 대한 내용 선정이 적절하다.	6 (50%)	6 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
2. CT-STEAM 수업 모델 설계안의 각 수업과정 선정은 CT 중점 요소별 균형을 고려하여 설계하였다.	6 (50%)	6 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
3. CT-STEAM 수업 모델 설계안은 컴퓨터적 사고력을 확대강화한 CT-STEAM 수업 모형이 되는데 주안점을 두어 설계하였다.	7 (58%)	5 (42%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

4.2.2 교수-학습 내용 조직 적합성

<표 11>은 교수-학습 내용 조직의 적합성을 묻는 문항이었다. 응답 결과를 보면, 스크래치를 활용한 CT-STEAM 교육 프로그램 단위 선정이 적절하고, 수업 모형에서 제시하고 있는 학습 위계에 맞는 내용으로 교수-학습 지도안이 구성되었으며, 교수-학습지도안에서 각 단계별 학습 활동을 적절히 제시하였다는 의견이 높았다. 그러나 효율적인 수업을 위해 다양한 수업방식을 적용하기 위한 노력이 좀 더 필요하다는 의견이 있었다.

<표 11> 교수-학습 내용 조직 적합성에 대한 설문 결과

문항 내용	타당성 정도 (N=12)				
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
4. CT-STEAM 프로그램의 교육목표를 달성하기 위한 교수-학습 전략이 다양하고 적절하다.	4 (33%)	7 (58%)	1 (9%)	0 (0%)	0 (0%)
5. 스크래치를 활용한 CT-STEAM 교육 프로그램 단위 선정이 적절하다.	7 (58%)	5 (42%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
6. 스크래치를 활용한 CT-STEAM 교육 프로그램 학습 내용 선정이 적절하다.	6 (50%)	6 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
7. CT-STEAM 수업 모형에서 제시하고 있는 학습 위계에 맞는 내용으로 교수-학습 지도안이 구성되었다.	7 (58%)	5 (42%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
8. CT-STEAM 교수-학습지도안에서 각 단계별 학습 활동을 적절히 제시하였다.	7 (58%)	5 (42%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
9. 효율적인 수업을 위해 다양한 수업 방식을 적용하고 있다.	4 (33%)	6 (50%)	2 (17%)	0 (0%)	0 (0%)

4.2.3 학습 난이도 적합성

학습 난이도 적합성을 묻는 설문에서는 <표

12>와 같이 대부분의 전문가가 개발된 프로그램이 초등학생의 수준과 발달 단계를 고려한 내용이며 학습 내용 선정에 있어 학습의 넓이와 깊이를 고려한 체계로 구성되어 있다고 하였다.

<표 12> 학습 난이도 적합성에 대한 설문 결과

문항 내용	타당성 정도 (N=12)				
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
10. 초등학생의 수준과 발달 단계를 고려한 내용이다.	3 (25%)	9 (75%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
11. 학습 내용 선정에 있어 학습의 넓이와 깊이를 고려한 체계로 구성되어 있다.	2 (17%)	10 (83%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

4.2.4 수업 적용 적합성

전문가들은 학교 수업에의 적용 적합성을 묻는 설문에서 <표 13>과 같이 학교 수업에 매우 적용하기 쉽고 편리하게 구성되어 있으며 수업에 투입했을 때, 수업의 완성도가 높을 것이라고 예상된다고 하였으며 실천적이고 현실 가능한 수업 전략을 잘 제시하고 있다고 응답하였다.

<표 13> 수업 적용 적합성에 대한 설문 결과

문항 내용	타당성 정도 (N=12)				
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
12. 학교 수업에 적용하기 쉽고 편리하게 구성되어 있다.	2 (17%)	8 (66%)	2 (17%)	0 (0%)	0 (0%)
13. 학교 수업에 투입했을 때, 수업의 완성도가 높을 것이라고 예상된다.	4 (33%)	8 (67%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
14. 실천적이고 현실 가능한 수업 전략을 제시하고 있다.	6 (50%)	6 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

4.2.5 학습자료 구성 적합성

<표 14> 학습자료 구성 적합성에 대한 설문 결과

문항 내용	타당성 정도 (N=12)				
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
15. 학습 자료의 내용들이 수업 목표를 달성하기에 적합한 내용으로 구성되어 있다.	4 (33%)	8 (67%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
16. 전이성이 높은 내용으로 현실 생활 모습과 관련을 맺고 있다.	4 (33%)	8 (67%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
17. 내용이 참신하며 학습에 도움을 줄 수 있을 정도로 신뢰할 만한 자료이다.	6 (50%)	6 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

제시된 학습 자료의 구성이 적합한가를 묻는 문항에서도 <표 14>와 같이 학습 자료의 내용들이 수업 목표를 달성하기에 적합한 내용으로 구성되어 있으며, 학습의 전이성이 높은 내용으로 현실 생활 모습과 관련을 맺고 있고, 수업 내용이 매우 참신하며, 학습에 많은 도움을 줄 수 있을 정도로 신뢰할 만한 자료라고 응답하였다.

5. 결론 및 논의

본 연구에서는 각종 Computing 기기를 활용하여 현실 세계의 복잡한 문제를 융합적으로 해결하는 새로운 형태의 융합인재교육인 CT-STEAM (Computational Thinking & STEAM) 교육을 제안하고, 이를 실제 교육현장에 효과적으로 도입하기 위한 전단계로 CT-STEAM 수업 모형을 개발하여 과학과 5학년 2학기 3단원 ‘물체의 속력’ 단원을 중심으로 교수·학습 지도안을 구안하였다. 한편 개발된 자료는 프로그램의 타당성을 검증하기 위해 12명의 정보와 컴퓨터 교육 분야 전문가에게 설문으로 구성된 평가틀을 제공하여 검증하였다.

CT와 STEAM을 적절히 융합하여 실제 교육현장에 무리없이 적용하기 위한 실습용 프로그래밍 언어로 블록 쌓기 프로그래밍 방식으로 누구나 쉽게 활용이 가능하고, 공유와 협력이 가능한 스크래치 EPL을 실제 수업에 활용하는 방향으로 수업 모형을 개발하면 현장 적용도가 높은 CT-STEAM 수업 모형이 개발될 것으로 기대된다. 본 연구의 결과는 21세기 미래 학교에서 창의적이고 능동적인 문제 해결을 도와줄 수 있는 CT와 STEAM에 대한 이해를 제고하며 향후 융합적 CT 교육을 위한 다양한 수업방법 개발에 기초자료를 제공해 줄 것이다.

차후 연구 과제로는 본 논문에서 제안한 CT-STEAM 수업모형을 기반으로 구체적인 교수·학습 지도안을 구안하고, 직접 현장에 적용하여 교육적 효과를 검증하고 그 결과를 바탕으로 수업모형을 재설계해야 할 것이다. 또한 학교 현장에 바로 적용이 가능하도록 구체적인 지도 자료 및 실제 수업을 위한 활동지 개발 등이 부가적으로 필요하다.

참고 문헌

- [1] 교육부 (2013). 만 15세 대상의 국제 학업성취도 평가 (PISA 2012) 결과 발표 보도자료. <http://www.mest.go.kr/>.
- [2] 한국교육과정평가원 (2011). **수학 및 과학의 성취도 추이변화 국제비교연구(TIMSS)**. 2011.
- [3] 한국과학창의재단 (2012). **손에 잡히는 STEAM 교육**. 서울: 한국과학창의재단.
- [4] 권순범·남동수·이태욱 (2012). STEAM 기반 통합교과 학습이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향. **한국컴퓨터정보학회 논문지**. 17(2), 79-86.
- [5] 김여진·양영훈·김종훈 (2013). UCC 제작을 통한 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용. **한국정보교육학회논문지**. 17(3), 339-346.
- [6] 최숙영 (2011). 21st Century Skills와 Computational Thinking 관점에서의 '정보' 교육과정 분석. **한국컴퓨터교육학회논문지**. 14(6), 19-30.
- [7] Wing, J. M. (2006). Computational thinking Communications of the ACM. 19(3), 33-35.
- [8] 김태훈·김종훈 (2012). 초등학생의 프로그래밍 교육을 위한 STEAM 기반의 교과융합 프로그램 개발. **한국컴퓨터교육학회논문지**. 14(6), 19-30.
- [9] 함성진 (2011). **프로그래밍 단원 도입을 위한 초등학교 컴퓨터 교육과정 설계에 관한 연구 : 스크래치를 중심으로**. 석사학위 논문. 청주교육대학교 교육대학원.
- [10] 한국과학창의재단 (2011). **융합인재교육(STEAM) 국제세미나 자료집**. 서울: 한국과학창의재단.
- [11] Computer Science Teachers Association (CSTA) and the International Society for Technology in Education (ISTE) (2011). Computational Thinking in K-12 Education teacher resource second edition. http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-teacher-resources_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2
- [12] 최형신 (2013). Computational Thinking 교육 및 평가 접근에 대한 고찰. **한국정보교육학회 학술논문집**. 4(1), 283-288.
- [13] 전용주·홍창의·김태영·송기상 (2014). 초

등 정보영재의 R&E 사사교육에서 CT기반 프로그래밍 교육 사례 분석. **한국컴퓨터교육학회 학술발표논문집**. 18(1), 73-80.

- [14] 김지현·김태영 (2014). CT기반 초등 영재를 위한 융합형 교육내용 구성 방안. **한국컴퓨터교육학회 학술발표논문집**. 18(1), 53-57.
- [15] 이현주 (2012). **수학교육과정에서 초등정보영재 프로그래밍프로그램 개발**. 석사학위 논문. 서울교육대학교 교육대학원.
- [16] 박소영 (2013). **중3수학영재를 위한 STEAM 교수-학습자료개발**. 석사학위 논문. 한국교원대학교 대학원.
- [17] 김신엽 (2008). **초등 정보영재를 위한 로봇 프로그래밍 교육과정 개발**. 석사학위 논문. 대구교육대학교 교육대학원.



함 성 진

1997 전주교육대학교
과학교육과(교육학학사)
2011 청주교육대학교
초등컴퓨터교육과(교육학석사)

2014~현재 한국교원대학교 초등컴퓨터교육과
박사과정

관심분야: 컴퓨터교육, EPL, 스마트교육, 정보통신
윤리교육, Computational Thinking

E-Mail: hu333@daum.net



김 순 화

2005 공주교육대학교
수학교육과(교육학학사)
2010 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)

2014 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)

관심분야: 컴퓨터교육, e-러닝, 창의성, 영재교육

E-Mail: soona6570@gmail.com



박 세 영

2006 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)
2010 University of Manchester
MSc.ICTs for Development

2012~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과
박사과정

관심분야: 컴퓨터교육, 교사교육, 국제개발

E-Mail: fits302@naver.com



송 기 상

1983 아주대학교
전자공학과(공학사)
1985 한국과학기술원
전기 및 전자공학과(공학석사)

1994 University of Washington 전기공학과(Ph.D)

1995~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: ICT를 이용한 교육개발, 멀티미디어의
교육적 적용, 뇌과학 기반 학습

E-Mail: kssong@knue.ac.kr