

컴퓨팅 사고 함양을 위한 HVC 학습전략 기반 SW교육모델 개발

성영훈

진주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

초보자들을 위한 프로그래밍 교육의 어려움을 극복하기 위해 UMC(Use-Modify-Create) 학습, 디자인 기반 학습, 발견학습, 놀이학습 등 다양한 학습전략을 적용한 연구들이 이루어지고 있다. 이에 본 연구에서는 학습자의 컴퓨팅 사고 향상을 위해 HVC(History-VR Coding-Collaboration) 학습전략 모델을 개발하였다. HVC 모델은 블록형태의 결합 모듈로 구성되어 있으며 이를 12차시로 구성된 스토리텔링 기반의 가상현실 블록 프로그래밍 교육과정을 개발하여 적용하였다. 연구 결과 HVC 모델 및 SW교육 프로그램이 학습자의 컴퓨팅 사고 향상에 유의미한 차이를 보였다.

키워드: SW 교육모델, SW 교육과정, 학습전략, 컴퓨팅 사고, 가상현실

Development of SW Education Model based on HVC Learning Strategy for Improving Computational Thinking

Younghoon Sung

Chinju National University of Education

ABSTRACT

In order to overcome the difficulties of programming education for beginners, various research strategies such as UMC(Use-Modify-Create), design based learning, discovery learning and play learning are applied. In this study, we developed a HVC(History-VR Coding-Collaboration) learning strategy model for the improvement of learner 's computational thinking. The HVC model is composed of a combination module of block type. We developed a 12th session storytelling - based virtual reality programming curriculum. As a result, HVC model and SW education program showed significant difference in improvement of learner 's computational thinking.

Keywords : SW education model, SW curriculum, learning strategy, computational thinking, Virtual Reality

이 연구는 2016년도 진주교육대학교 교내연구비 지원을 받았음.

논문투고 : 2017-09-21

논문심사 : 2017-09-26

심사완료 : 2017-10-09

1. 서론

컴퓨팅 사고(Computational Thinking, 이하 CT)는 21세기 학습자가 습득해야하는 기본 사고 능력으로 복잡하고 다양한 문제해결과정을 추상화하고 자동화 할 수 있는 사고를 의미한다[7]. 2016년 KAIE에서는 이러한 컴퓨팅 사고의 영역을 문제분석, 자료분석, 추상화, 자동화, 일반화 영역으로 구분하였다[24].

최근 2015년 개정교육과정에서 SW교육이 도입됨에 따라 언플러그드 컴퓨팅, EPL(Educational Programming Language), 피지컬 컴퓨팅 등 다양한 SW교육방법에 관한 연구가 이루어지고 CT 능력 향상에 유의미한 결과를 보이고 있다[1][16][18][25]. 특히 스크래치, 엔트리와 같은 블록형 EPL은 블록으로 구성된 명령어 체계를 간단하게 이동, 결합하는 형태로 되어 있어 초보자들이 쉽게 기본 문법과 구조를 이해하는데 유용하다[14].

반면, 초보자들의 경우 이러한 EPL의 장점에도 불구하고 프로그래밍 학습에 어려움을 느끼는 경우가 있다 [19][21]. CT 요소와 연관 지어 프로그래밍 과정에서 겪는 어려움을 분석한 연구에서 학습자들은 문제이해와 분석 및 알고리즘 사고 단계에서 어려움을 느끼며 이를 KAIE의 CT 영역과 접목하면 문제분석, 자료분석, 추상화 단계에 해당된다[12][19][24]. 또한 초보자들의 경우 프로그래밍 학습수준이 높아질수록 복잡한 문제나 과제를 해결하기 위해 요구되는 알고리즘 작성과 프로그래밍 과정에서 학습에의 몰입과 동기를 지속하기 어려운 면이 있다[12].

이러한 초보자들의 CT 향상과 프로그래밍의 어려움을 해결하기 위한 방법으로 UMC 전략, 디자인 기반학습, 발견학습, 놀이학습 등 다양한 교수학습전략을 적용한 연구가 진행되었다[25]. 특히 CT 개념, 실습, 관점으로 구성된 CT 프레임워크와 CT 향상을 위한 UMC 전략들은 로봇, 놀이활동 중심의 학습연구에 적용되어 유의미한 결과를 얻었다[4][9][25]. 그러나 CT요소와 프로그래밍 교육 관련 연구 대상이 중학생, 대학생을 대상으로 하고 있어 초등학생을 위한 교수학습과정과 학습자의 특성을 고려하여 적용하기에는 다소 무리가 따른다.

따라서 학습자의 체계적인 CT 향상을 위해 CT 개념, 실습 및 관점 차원에서 적용할 수 있는 학습전략과 이

를 기반으로 학습과정에서 이루어지는 학습자의 학습동기 지속과 몰입을 강화할 수 있는 SW교육프로그램에 대한 연구가 필요하다.

이러한 면에서 스토리텔링을 활용한 EPL교육은 학습자의 학습동기부여에 효과적인 것으로 여러 연구에서 나타나고 있다[17][28]. 특히 가상현실에서 디지털 스토리텔링은 학습 환경을 스토리속의 환경과 유사하게 제공할 수 있어 학습자들의 참여와 재미에 영향을 준다고 하였다[3].

본 연구에서는 학습자가 공감할 수 있는 역사속의 이야기에서 주제요소를 추출하고 가상현실에서 스토리를 전개할 수 있는 가상현실 기반 블록 프로그래밍 교육과정을 개발하였다. 학습자는 자신이 개발한 콘텐츠를 가상현실 속에서 구현하고 체험함으로써 학습에의 흥미와 몰입을 지속시킬 수 있도록 한다. 또한 연구에서 제시하는 학습전략 요소를 CT 영역과 연관 지어 연구하였으며 이를 검증하고자 하였다.

2. 관련 연구

2.1 CT 요소와 프레임워크

CT 요소와 관련하여 2015년 개정 교육과정에서 추상화와 자동화를 주요 요소로 분류하고 있으며 KAIE에서는 문제분석, 자료분석, 추상화, 자동화, 일반화 요소로 구분하고 있다[24][28]. 이러한 CT 요소들을 포함하고 있는 프로그래밍 교육은 학습자의 문제해결력, 논리적 사고력, 의사소통과 협업능력 등과 같은 고등사고능력을 향상시킬 수 있는 것으로 보고되었다[17][18][26].

Brennan과 Resnick(2012)은 <Table 1>과 같이 CT 연구와 평가를 위해 시퀀싱, 루프, 병렬처리, 조건부 연산자 및 데이터를 포함하고 있는 CT 개념(Concepts), 사고와 학습하는 동안 발전되는 테스트, 디버깅, 개선, 재사용, 리믹싱, 추상화, 모듈화를 포함하는 CT 실습(practices), 학습자 자신과 주변에서 표현, 연결과 질문을 통해 얻고 정의하게 되는 CT 관점(perspectives)으로 구성된 프레임워크를 제시하였다[4][25][26].

<Table 1> CT Framework(Brennan&Resnick, 2012)[4]

Div	Term
Concepts	sequences, loops, parallelism, events, conditionals, operators, data
Practices	being incremental and iterative, Testing and debugging, Reusing and remixing, Abstracting and modularizing
Perspectives	Expressing, Connecting, Questioning

또한 ISTE(Society for Technology in Education)와 CSTA(2011)는 CT를 완전히 정의하는데 있어 창의적 사고, 알고리즘 사고, 비판적 사고, 협동학습 및 의사소통 기술이 필요하다고 하였다[1][31].

이러한 CT 요소 학습을 위해 필요한 교수학습전략들과 모형을 살펴보면 코딩 디자인 패턴 기반의 CT이해와 평가를 위한 PECT 모델, 놀이중심의 UMC 전략모델, 디자인 기반 학습(Design Based Learning, DBL) 등이 있다 [7][15][20][25][30]. 시사점으로 PECT 모델의 경우 문제 해결을 위해 사용자가 설계하고자 하는 설계패턴변수와 스크래치 블록자체의 결합의 능숙도를 학생의 CT 수준과 매칭하였다. 또한 UMC 전략은 놀이를 통한 실행과 탐구분석과정이 포함되어 있고 DBL의 학습모델은 유기적으로 결합 가능한 블록 형태의 학습요소들이 학습이 진행됨에 따라 다양한 형태로 구성할 수 있는 방법을 제공해 준다. 이를 통해 연구에서는 CT 학습요소와 학습전략요소의 단계적 융합, 학습자의 몰입을 위한 실행과 탐구전략 구성 및 학습모델 개발시 학습전략요소들이 결합 가능한 형태로 구성할 수 있도록 적용하였다.

2.2 CT 학습전략

기존의 프로그래밍 교육은 문법적인 어려움, 단순한 명령어 반복학습 중심의 교육으로 초보자들이 접근하기 어려운 점이 많았다[11]. 이러한 문제점을 보완하기 위해 스크래치, 엔트리와 같은 2D 기반의 블록을 결합시켜 구현하는 방식, 마이크로소프트사의 Kodu, Alice와 같은 3D환경에서 프로그래밍 하는 방식 및 CoSpaces와 같이 2D 블록형 프로그래밍과 3D 구현환경이 융합된 형태의 다양한 교육용 프로그래밍 언어를 제공하여 활용하고 있다.

학습자의 CT 향상과 관련된 국내의 EPL 선행연구들을 교수학습과정과 학습전략과 관련지어 살펴보면

<Table 2> EPL Learning Strategies for CT Improvement

Reseachers	Stage	Learning Strategy	Tools
Ali OLUK et al.(2016) [1]	Tools - Sample Lessons - Presentations and Exercises - Create a Project	Dr.scratch	Scratch
Wilson et al.(2013) [2]	Scratch card - basic maze game - My maze game	Scratch card, GBL	Scratch
KeoHyun Kim et al.(2017) [16]	Understanding the Problems - Design - Implementation - Testing - Maintenance	Basic, Expert Sample, Smart devices	App Inventor
Youngho Seo et al.(2016) [27]	Motivation - Finding a problem - Finding a solution - Solving a problem - Organizing	Pair Programming	Entry
Younghoon Sung et al.(2016) [28]	Story-Coding-Collaboration	Storytelling, Icon card	Kodu Game Lab

<Table 2>와 같이 연구별 주요 내용을 CT Framework의 CT 개념, 실습, 관점 면에서 분석하면 다음과 같다.

첫째, CT 개념요소를 학습하기 위해 Wilson외(2013)은 게임기반 학습방법과 스크래치 카드를 활용하여 미로게임을 제작할 수 있도록 하여 학습자가 프로그래밍 개념을 배울 수 있도록 하였다[2]. 또한 Ali OLUK외(2016)은 Dr.scratch를 활용하여 학습자의 스크래치 프로젝트 소스분석을 통해 CT 개념요소별 학습내용을 세부적으로 평가하고 반영하여 학습자의 CT 능력을 향상시키는 것으로 나타났다[1].

둘째, CT 실습과 관련된 연구로 김거현외(2017)는 초등학생을 대상으로 앱인벤터를 활용한 SW교육프로그램을 개발하여 계산적 인지력과 계산적 창의력 2가지 요소에서 CT가 신장된 것을 보고하였다[16]. 실습과정에서 CT요소의 난이도에 맞춘 앱제작 기본, 심화학습을 순차적으로 적용하였다.

셋째, CT 관점에서 서영호외(2016)는 초등학생을 대상으로 CT 개념과 창의성을 향상시키기 위한 전략으로 엔트리 기반의 동료프로그래밍 방법을 적용하였다. 프

로그래밍 학습과정에서 이루어지는 드라이버(Drive)와 네비게이터(Navigator)의 역할분담을 통한 협업관계는 아이디어 구안과 프로그래밍 생산 능력을 높이는 것으로 나타났다[27]. 또한 성영훈외(2016)은 Kodu game lab기반으로 스토리, 코딩, 협력활동 및 카드보드를 활용한 활동중심의 프로그래밍교육을 통해 초등학생들의 코딩과 흥미도에 유의미한 결과를 제시하였다[28].

이와 같이 선행연구들에서 적용된 학습전략들은 학습자의 CT향상을 위해 학습과정에서 활용되었으나 CT 요소들에 대한 체계적인 학습활동을 위해교수학습과정과 연관되어 유기적으로 적용될 수 있는 학습전략과 학습모델에 대한 연구가 필요하다.

2.3 가상현실과 스토리텔링

기술이 발전하면서 학습자의 학습 환경은 기존의 실제 세계에서 머물러있는 것이 아니라 가상현실과 같은 새로운 환경에서도 다양한 학습체험이 가능하게 되었다. 교육 분야에서도 가상현실(Virtual Reality, VR) 기술을 활용하여 학습자의 학습동기 지속, 실시간 상호작용을 통한 학업성취도 향상에 효과적인 것으로 보고되었다[23].

특히 가상현실을 기반으로 역사적 콘텐츠에 대한 시대적 이해와 상상을 융합하여 구현하거나, 학습자에 최적화된 시뮬레이션 환경을 제공하여 학습활동을 지속할 수 있고, 가상현실에서의 디지털 스토리텔링을 통한 학습자의 몰입과 흥미를 지속시켜 학습참여에 유의미한 효과가 있었다[3][8][10].

따라서 가상현실 기술을 활용한 프로그래밍 교육은 가상 학습 환경에서 구현되는 시뮬레이션 결과물을 체험함으로써 초보자들이 어렵게 느끼는 CT 개념에 대한 추상적이고 복잡한 내용을 보다 쉽게 인지하고 이해할 수 있다[5]. 또한 스토리텔링을 기반으로 가상에서 만들어가는 사건에 대한 구성을 경험함으로써 학습자의 협력학습 환경 하에 참여를 더욱 증진시킬 수 있는 것으로 보고되었다[3].

가상현실 콘텐츠를 생성할 수 있는 CoSpace는 (Fig. 1)과 같이 쉽고 간편하게 3D와 VR 콘텐츠를 구현할 수 있는 저작도구이다[29]. 기본적으로 다양한 가상환경과 오브젝트를 제공하여 단순한 드래그와 배치를 통해서 가상현실세계를 쉽게 구현할 수 있는 장점이 있으며 Blockly 기반의 블록형 도구와 텍스트 기반의 자바스크



(Fig. 1) CoSpaces VR Contents Examples

립트 언어를 사용하여 가상현실에서 프로그래밍이 가능한 기능을 제공하고 있다[29]. 또한 자신이 만든 결과물을 스마트 기기와 구글카드보드와 같은 VR HMD(Head Mounted Display) 장비로 쉽게 체험할 수 있다.

본 연구에서는 학습자의 CT 향상을 위한 학습전략과 모델을 설계하기 위해 가상현실 기술과 스토리텔링의 교육적 기능을 다음과 같이 적용하고자 한다.

첫째, CT 개념학습에서 가상현실에서 구현되는 시뮬레이션을 통해 프로그래밍 결과에 대한 실시간으로 상호작용할 수 있는 학습환경을 제공하여 추상적이고 복잡한 개념에 대한 이해도를 높이는데 활용한다.

둘째, CT 실습에서 가상현실 프로그래밍을 통해 학습자가 만든 가상현실 세계를 배경으로 사건 중심의 스토리텔링에 따라 변화되는 오브젝트들의 기능과 역할을 이해할 수 있도록 한다.

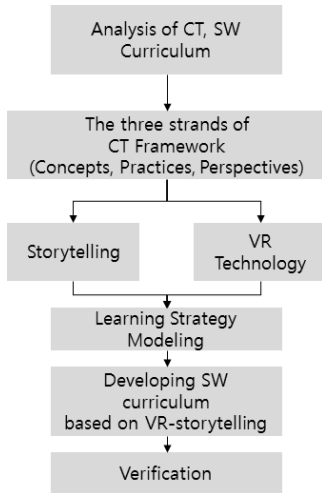
셋째, CT 관점에서 학습자가 제작한 가상현실 체험을 통한 풍부한 상호작용과 의사소통표현, 교수자와 학습자의 참여를 활성화 할 수 있는 학습경험을 제공할 수 있도록 구성한다.

3. 연구 방법

3.1 모델 개발절차

학습자의 CT 향상을 위해 스토리텔링과 가상현실 기

술을 융합하여 (Fig. 2)와 같은 절차로 SW교육모델을 개발하였다[28].



(Fig. 2) A process of study

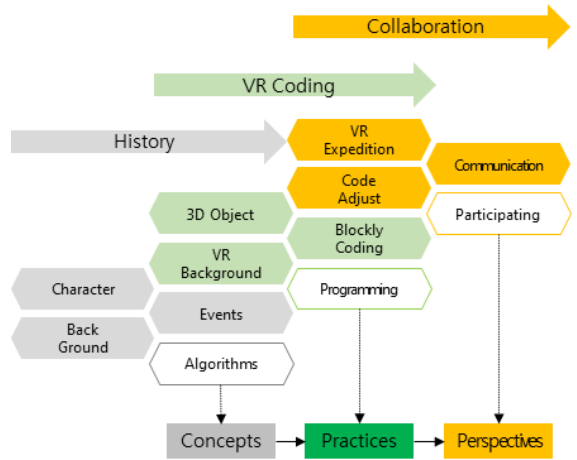
첫째, CT의 요소들을 분석하고, 관련된 프로그래밍 교수학습방법과 전략들을 분석하였다. 이를 위해 Brennan & Resnick(2012)에서 제시하고 있는 CT 프레임워크 기반의 CT요소를 스토리텔링의 인물, 사건, 배경 요소와 VR 기반의 3D 오브젝트, 블록코딩요소와 함께 융합하였다[4].

둘째, 학습전략에 대한 모델링을 위해 선행연구에서 제시되었던 CT 개념, CT 실습, CT 관점 세 가지 차원에서 분석된 교수학습전략 자료를 바탕으로 유기적으로 연결될 수 있도록 History, VR Coding 및 Collaboration을 주요 근간으로 하는 HVC(History-VR Coding-Collaboration) 학습전략모델을 개발하였다.

셋째, 개발된 HVC 모델을 적용할 수 있는 12차시 분량의 SW교육 프로그램을 만들고 학교현장에 적용하여 대상 학습자에 대한 CT 향상과 개발된 HVC 모델 기반 SW교육프로그램에 대한 타당성 검증을 실시하였다.

3.2 HVC 모델 학습전략

학습자의 CT 향상을 위해 개발된 HVC 모델은 (Fig. 3)과 같이 History, VR Coding, Collaboration 세 가지 학습전략 요소를 가지고 있다.



(Fig. 3) Learning Progression of HVC

세부 하위요소들은 DBL(Design based learning) 모델의 결합방법을 기초로 서로 결합된 상태의 블록 모듈들의 학습활동들을 중첩적으로 연결가능 하도록 구성하였고 구체적인 내용은 다음과 같다[30].

첫째, History는 인물, 배경을 기반으로 사건을 중심으로 스토리보드를 구성하고 만들어진 스토리보드 구현을 위한 절차인 알고리즘을 스케치할 수 있는 전략이다.

둘째, VR Coding은 History에서 만들어진 스토리보드를 구현하기 위해 스토리보드의 내용을 3D 오브젝트, 가상현실배경과 매칭하고 스케치된 알고리즘의 사건을 VR 블록코딩으로 구현하는 프로그래밍 과정을 포함한다.

셋째, Collaboration은 구현한 VR 결과물을 HMD를 사용하여 실험하는 VR Expedition, 코드의 수정과 보완을 위한 Code Adjust와 학습자 참여활동을 위한 Communication으로 구성된다.

또한 CT 프레임워크의 세 가지 차원과 매칭하여 알고리즘, 프로그래밍, 참여하기 학습전략을 중점적으로 수행할 수 있도록 설계하였으며 이와 관련된 내용은 다음과 같다.

첫째, CT 개념은 스토리 진행에 맞는 알고리즘을 주요 요소로 하며 인물과 사건을 바탕으로 한 사용자가 만드는 스토리를 수행할 수 있는 이벤트에 적합한 3D 오브젝트 배치와 VR 배경을 융합한 알고리즘을 만드는 것을 중점적으로 학습하게 된다.

<Table 3> HVC Education Program

Hour	Step	Topic	Learning Contents	HVC Strategy	CT framework
1-3	Basic Skill	General Lee Sun-sin	<ul style="list-style-type: none"> • Overall CoSpaces • Functions 	History	Concepts
4-6	Story Rebuild	Hakikjin Battle	<ul style="list-style-type: none"> • Story remaking • Character, BG, Events Arrange 	Algorithms	Concepts
7-9	Vr Project Creating	Battle of SEA	<ul style="list-style-type: none"> • VR Project creating • 3D Object VR coding by storyboard • Sequencing Algorithms 	Progra-mming	Practices
10-12	Presentation	Battle of General Lee	<ul style="list-style-type: none"> • Program test • VR Presentation • Communication 	Partici-pating	Perspectives

둘째, CT 실습은 프로그래밍 활동을 주요 요소로 하여 이전 단계에서 만들어진 알고리즘을 기반으로 VR 콘텐츠 구현을 위한 블록코딩 학습활동과 테스트를 통해 VR 콘텐츠를 체험하고 코드를 수정하고 보완하는 활동이 이루어진다.

셋째, CT 관점은 참여활동을 주요 요소로 학습자의 학습참여 활성화를 위해 제작한 VR 콘텐츠에 대한 체험 및 풍부한 상호작용과 커뮤니케이션이 가능한 협력 학습활동으로 구성하였다.

3.3 SW교육 프로그램 개발

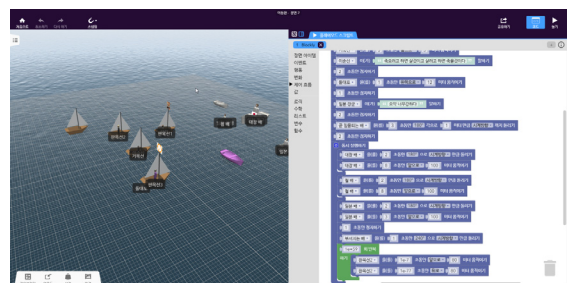
개발된 HVC 모델의 구조에 따라 임진왜란을 주제로 이순신 장군에 대한 역사적인 업적을 VR 콘텐츠로 구현해 볼 수 있도록 12차시의 프로그램으로 <Table 3>과 같이 개발하였으며 단계별 주요 학습내용은 다음과 같다.

첫째, 기초학습 단계에서는 임진왜란, 이순신 장군의 한산도 대첩에 대한 이야기를 기반으로 HVC 모델을 통한 VR 콘텐츠 구현을 위한 블록 프로그래밍 방법, 3D 오브젝트 배치와 같은 기초적인 학습이 이루어지며 이때 CT의 기초적인 개념요소를 다룬다.

둘째, 스토리 재구성단계는 학습자의 학습동기 지속을 위해 역사적 인물, 사건, 배경의 스토리텔링 요소를 기반으로 스토리보드를 재구성하여 작성한다. 학습자의 몰입을 위해 이순신 장군과 관련된 인상깊은 대첩을 알아보고 재구성한 학습자의 이야기흐름에 맞는 이벤트

구현을 위해 필요한 CT 개념요소들에 대해 학습하고 알고리즘을 구성한다.

셋째, VR 프로젝트 단계는 스토리보드에 따른 알고리즘을 기반으로 CoSpace 저작도구를 활용하여 (Fig. 4)와 같이 이순신 장군의 학익진을 구현하였다.



(Fig. 4) VR Coding Scene

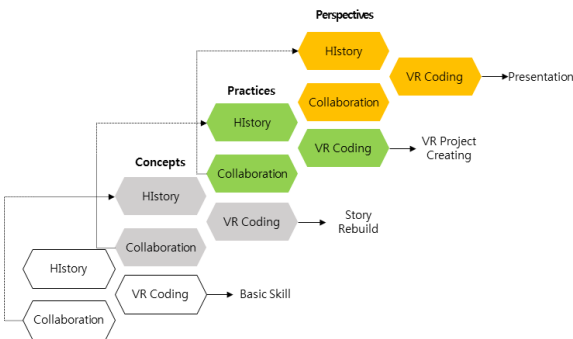
이 단계에서는 PC 기반의 VR 시뮬레이션 환경에서 이야기의 흐름에 맞는 3D 오브젝트, 가상배경을 배치하고 CT 개념요소를 중심으로 VR 블록 코딩을 협력하여 프로그래밍하고 코드를 보완한다. 이에 PC 기반의 VR 시뮬레이션을 통해 추상적이고 복잡한 개념에 대한 학습 이해도를 높이도록 구성하였다.

넷째, 프리젠테이션 단계는 (Fig. 5)과 같이 학습자들이 스토리보드를 기반으로 구현한 VR 콘텐츠를 스마트 기기와 구글 카드보드를 활용하여 서로 체험해보고 다양한 의사소통활동을 통한 참여를 활성화하는 학습에 대한 몰입을 강화하는 단계이다[13][22].



(Fig. 5) VR Contents Expedition

연구에서 개발한 HVC 모델 기반의 SW교육프로그램은 기초학습, 스토리계구성, VR 프로젝트, 프리젠테이션 총 4단계로 구성되었고 이를 CT 프레임워크와 관련되어 (Fig. 6)와 같이 모델링하여 나타내면 다음과 같다.



(Fig. 6) Learning Progression of HVC

첫째, CT 개념과 관련하여 CT 프레임워크가 융합된 3차시 분량의 HVC 모듈이 다양한 형태로 결합 가능한 블록 구조로 유기적으로 연결되어있다. 따라서 단계가 진행됨에 따라 나선형 형태로 심화되어 학습될 수 있도록 설계하였다.

둘째, 블록형태의 HVC 모듈에 학습전략들은 다양한 형태로 결합이 가능하고 이전 단계에서 중점적으로 실시된 HVC 모델 학습전략이 다음 단계 학습을 위한 선행학습으로 활용되어 진행될 수 있도록 구성하였다.

셋째, HVC 모듈이 CT 프레임워크의 CT 개념, CT

실습, CT 관점의 순차적인 학습요소를 포함하고 있으며 학습단계별 진행에 따라 단계별 중점 학습요소와 매칭할 수 있도록 구성하였다.

4. 연구 적용 및 결과

4.1 적용 및 분석 도구

HVC 모델의 학습전략을 적용한 SW교육프로그램은 2017년 6월~7월까지 컴퓨터 프로그램 경험이 없는 경남의 00초등학교 영재학급 5학년 남학생 10명, 여학생 9명 총 19명에게 적용하였다. 수업은 컴퓨터교육과 석사 과정을 졸업한 영재학급 담당교사가 진행하였다.

연구에서 개발한 HVC 모델의 History, VR Coding, Collaboration 세 가지 학습전략을 검증하기 위해 Brennan & Resnick(2012)이 제시한 CT 프레임워크의

<Table 4> Questionnaires of the survey

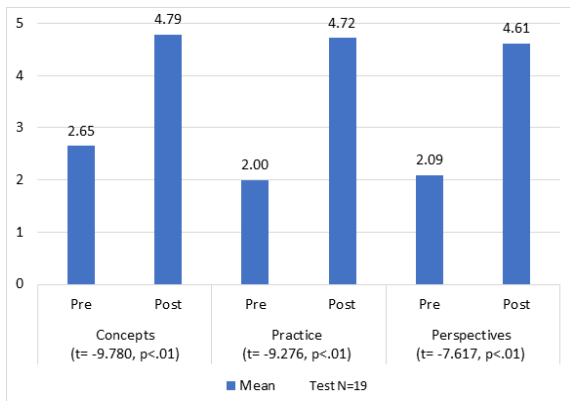
Div.	Question item	Contents	
CT	Concepts	1-7	Story sequencing, Storyboard events looping, Story Parallelism, Character events, Story Conditionals, operators, variables
	Practice	8-11	Storyboard programming(incremental and iterative), Test and debug. Reusing and Remix VR coding blocks, Coding blocks abstract and modularizing
	Perspectives	12-14	Expressing, Connecting, Questioning about Story, VR contents
HVC Model & Program	Story	15-17	Creating VR background, Arrange 3D Object, events control
	Interesting	18	Interesting of VR project
	Immersion	19	Immersion of VR Contents

CT 개념, 실습, 관점 차원을 기반으로 <Table 4>와 같이 본 연구의 목적에 맞게 5점 척도의 설문지로 재구성하여 사용하였다.

설문조사는 크게 HVC 모델의 학습전략과 HVC 모델 기반 SW교육 프로그램의 타당성으로 구분하여 사전·사후 대응표본 t검정을 실시하였다. 또한 HVC 모델 적용에 대한 검정시 SW교육 프로그램 4단계 중 기초기술을 배우는 Basic Skill 단계를 제외하고 학습전략에서 History 전략은 스토리재구성 단계, VR Coding 전략은 프로그램 단계, Collaboration 전략은 프리젠테이션 단계의 수업이 끝나고 실시하였으며 HVC 모델을 적용한 SW교육프로그램의 타당성은 스토리, 흥미, 몰입도에 관한 사전사후 설문으로 검증하였다.

4.2 연구 결과

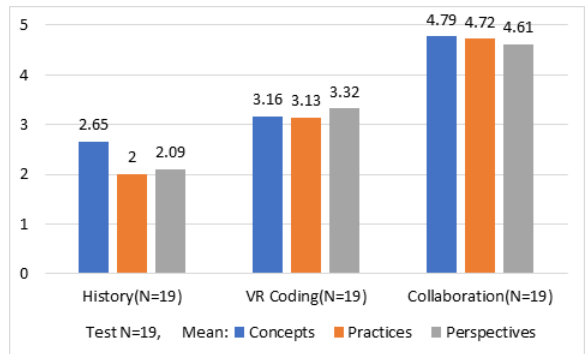
HVC 모델의 학습전략을 적용하여 실시한 SW교육 프로그램에 대하여 학습자들의 CT 능력 향상정도를 살펴보기 위해 CT 프레임워크의 CT 개념, 실습, 관점 차원에 대한 사전·사후 대응표본 t검정을 실시한 결과는 (Fig. 7)과 같다.



(Fig. 7) Pre and Post T-test Result of CT

검정 결과를 살펴보면 CT 개념의 t값은 -9.780, CT 실습의 t값은 -9.276, CT 관점의 t값은 -7.617이고 세 가지 요소 모두 유의수준 .01에서 p값은 .000으로 유의미한 차이를 보였다.

SW교육 프로그램 학습과정에서 나선형으로 이루어지는 HVC 모델의 History, VR Coding, Collaboration의 학습전략과 CT 프레임워크의 요소들이 학습단계가 진행됨에 따라 어떠한 상호작용을 하는지 알아보기 위해 (Fig. 8)과 같이 기술통계로 분석하였다[6].



(Fig. 8) Descriptive statistics of HVC Model

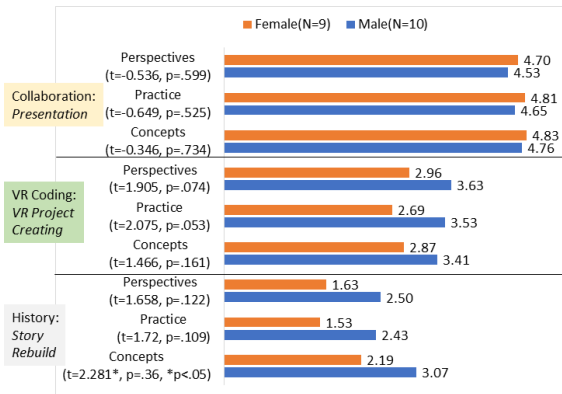
첫째, CT 개념의 평균은 스토리 재구성단계 2.65(SD=.934), VR 프로젝트 만들기 단계 3.16(SD=.829), 프리젠테이션 단계 4.79(SD=.419)로 학습이 진행될수록 CT 개념이 향상되는 것으로 나타났다.

둘째, CT 실습의 평균은 스토리 재구성단계 2.00(SD=1.233), VR 프로젝트 만들기 단계 3.13(SD=.948), 프리젠테이션 단계 4.72(SD=.513)으로 HVC 모델의 블록 기반 VR Coding 활동이 진행될수록 향상되는 것으로 분석되었다.

셋째, CT 관점의 평균은 스토리 재구성단계 2.09(SD=1.236), VR 프로젝트 만들기 단계 3.32(SD=.820), 프리젠테이션 단계 4.61(SD=.678)로 VR 콘텐츠에 대한 체험과 학습자간 협력학습 활동이 지속적으로 반복되면서 CT 관점이 향상되는 것으로 보인다.

이를 통해 블록모듈 형태로 구성된 HVC 모델이 VR 기술 및 스토리텔링 기반의 SW교육프로그램 속에서 나선형 체계로 유기적으로 연결되어 학습과정이 진행됨에 따라 학습자의 CT가 향상되는 것으로 나타났다.

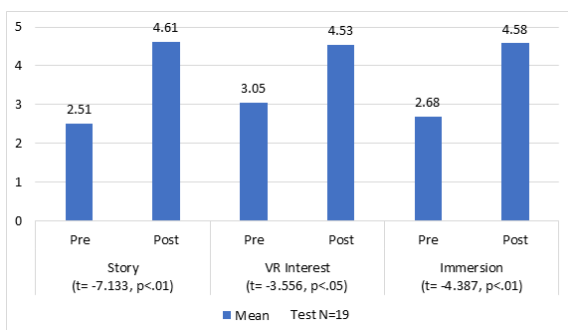
또한 HVC 학습전략 요소별로 성별적인 차이점은 없는지 분석하기 위해 (Fig. 9)와 같이 독립표본 t검정을 실시하였다.



(Fig. 9) Independent samples T-test results by gender

분석결과 전반적으로는 남학생과 여학생의 유의미한 차이는 없었다. 다만, History 학습요소가 중심이 되는 스토리보드 재구성 단계에서 CT 개념 학습시 유의수준 .05에서 t값은 2.281, p값은 .36으로 나타나 남학생과 여학생의 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 역사적인 전쟁을 기반으로 스토리를 재구성하여 알고리즘으로 만들어보는 학습활동을 주제로 하여 여학생들의 초기 학습흥미유발에 부족한 점이 있었던 것으로 보인다.

HVC 모델 기반 SW교육프로그램의 사전·사후 대응 표본 t검정결과 (Fig. 10)과 같이 모든 항목에서 유의미한 차이를 보였다.



(Fig. 10) Pre and Post T-test Result of SW education program

이는 개발한 SW교육프로그램을 통해 학습자가 프로그래밍하여 만든 VR 콘텐츠를 스마트기기와 구글카드 보드를 통해 체험하고 몰입할 수 있는 학습활동을 제공

하고 있기 때문인 것으로 나타났다.

5. 결론

SW교육에서 학습자의 CT 향상을 위한 프로그래밍 교육의 어려움을 극복하기 위해서 CT 개념, 실습, 관점 차원의 CT 프레임워크를 기반으로 History, VR Coding, Collaboration으로 구성된 HVC 학습전략 모델을 설계하고 12차시의 SW교육프로그램을 적용하였으며 그 결과는 다음과 같다.

첫째, CT 영역과 관련하여 개발된 HVC 모델에서 제시하고 있는 History, VR Coding, Collaboration 학습전략은 학습자의 CT 개념, CT 실습, CT 관점차원에서 유의미한 것으로 나타났다.

둘째, 블록모듈 형태의 결합 가능한 HVC 학습전략의 세부요소들은 SW교육 프로그램에서 학습과정이 진행됨에 따라 서로 유기적으로 연결되어 학습자의 CT 향상에 효과적이었으며 학습자의 성별에 따라 초기 CT 개념 학습시 학습자의 흥미지속을 위해 주제선택에 유의해야 할 것으로 보였다.

셋째, HVC 모델을 적용한 SW교육프로그램은 역사 주제에서 추출한 스토리를 재구성하여 학습자의 흥미를 높이고 VR 기술을 활용한 학습체험활동은 학습자의 몰입에 영향을 주는 것으로 나타났다.

향후 학습자의 CT 향상에 대한 보다 체계적인 평가를 위하여 학습자가 제작한 소스에 대한 CT 영역별 분석이 필요하고 개발한 HVC 모델의 일반화를 위한 대상 학년군을 달리한 비교분석 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] Ali OLUK, Özgen KORKMAZ (2016). Comparing Students' Scratch Skills with Their Computational Thinking Skills in Terms of Different Variables. *International Journal Modern Education and Computer Science*. 2016(11). 1-7.

[2] Amanda Wilson, Thomas Hailey, & Thomas M.

- Connolly (2013). Using Scratch with Primary School Children: An Evaluation of Games Constructed to Gauge Understanding of Programming Concepts. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*. 3(1). 93-109.
- [3] Bokjin Shin, Hyungsung Park (2008). The Effect of Digital Storytelling Type on the Learner's Fun and Comprehension in Virtual Reality. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 12(4). 417-425.
- [4] Brennan, K., Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada.
- [5] Fauland, R (2002). Using immersive scientific visualizations for science inquiry: Co construction of knowledge by middle and high school students. American Educational Research Associations, LA.
- [6] Hyo-Jeong So, Ji-hyang Lee, Bokyung Kye, (2017). An Exploratory Study about the Activity Framework for 3D Printing in Education and Implementation. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 21(4). 451-462.
- [7] Hyungshin Choi, Mi Song Kim (2017). Designing a New Teacher Education Course for Integrating Design Thinking with Computational Thinking. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 21(3). 343-350.
- [8] In-Young Ryu, Eun-Young Ahn, Jae-Won Kim(2009). Implementation of Historic Educational Contents Using Virtual Reality. *The Journal of the Korea Contents Association*. 9(8). 32-40.
- [9] Irene Lee, Fred Martin, Jill Denner, Bob Coulter, Walter Allan, Jeri Erickson, Joyce Malyn-Smith, Linda Werner (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads Magazine*. 2(1). 32-37.
- [10] Jeeheon Ryu, Jeeheon Ryu (2016). The effects of scenario types on teacher efficacy of pre-service teachers and virtual presence in the virtual reality based teaching simulation. *The Journal of Educational Information and Media*. 22(3). 661-680.
- [11] Jeong-Beom Song, Soeng-Hwan Cho, Tae-Wuk Lee (2008). The Effect of Learning Scratch Programming on Students' Motivation and Problem Solving Ability. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 12(3). 323-32.
- [12] JeongWon Choi, YoungJun Lee (2014). The analysis of learners' difficulties in programming learning. *The Journal of Korean association of computer education*. 17(5). 89-98.
- [13] Ju Seong Pak, Taeyoung Kim (2012). The Effect of the CPS-Based Virtual Robot Programming Education on the Creative Problem Solving Skill of Secondary Information Science Gifted Students. *Korean Journal of Teacher Education*. 28(3). 175-190.
- [14] JungShin Park, SeokBong Cho (2012). The Effect of teaching Scratch in introductory programming course. *Journal of Digital Convergence*. 10(9). 449-456.
- [15] K. Brennan, C. Balch, M. Chung (2015). Creative Computing. Harvard University.
- [16] [16] KeoHyun Kim, InHwan Yoo (2017). Effects of SW Education Using App Inventor on Computational Thinking and Attitude towards Computer of Elementary School Students. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 21(4). 371-380.
- [17] Koo Duk Hoi (2014). Development of Digital Storytelling Education Program Based on Software Programming. *The Journal of Korea Elementary Education*. 25(1). 245-260.
- [18] Kyungkyu Kim, Jongyun Lee (2016). Analysis of the Effectiveness of Computational Thinking-Based Programming Learning. *The Journal of Korean Association of Computer Education*. 19(1). 27-39.

- [19] Kyungsun Oh, Seongjin Ahn (2015). A study on the relationship between difficulty in learning to program and Computational Thinking. *The Journal of Korean association of computer education*. 18(5). 55-62.
- [20] Linda Seiter, Brendan Foreman (2013). Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students. ICER '13 Proceedings of the Ninth annual International ACM Conference on International Computing Education Research. 59-66.
- [21] MiHyun So, JaMee Kim (2016). Transference from learning block type programming to learning text type programming. *The Journal of Korean Association of Computer Education*. 19(6). 55-68.
- [22] Shon Mi (1996). Formative Research on An Instructional Theory For The Design of Computer-Based Simulations For Teaching Causal Principles. *Journal of Educational Technology*. 12(2). 171-188.
- [23] So Yo-hwan (2016). Relationship with Educational Effects and Medium Characteristics in Virtual Reality Learning based on Immersion Gear VR. *Journal of Communication Design*. 54(2). 225-237.
- [24] Soo-Bum Shin, Chul Kim, Nanje Park, Kap-Su Kim, Young-Hoon Sung, Young-Sik Jeong (2016). Convergence Organization Strategies of the Computational Thinking in Informatics Curriculums. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 20(6). 607-616.
- [25] Soo-Jin Jeon, Seon-Kwan Han (2016). Development of UMC Teaching and Learning Strategy for Computational Thinking. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 20(2). 131-138.
- [26] Sze Yee Lye, Joyce Hwee Ling Koh (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: what is next for K-12?. *Computers in Human Behavior*. 41. 51-61.
- [27] Youngho Seo, Miryeong Yeom, Jonghoon Kim (2016). Analysis of Effect that Pair Programming Develops of Computational Thinking and Creativity in Elementary Software Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 21(1). 115-126.
- [28] Young - Hoon Sung, Yoo Seoung-han (2016). The Effects of Childrens' Perception of the Kodu Software Curriculum Model based on SCC Activity Strategy. *Journal of The Korean Association of Information Education*. 20(3). 283-292.
- [29] CoSpaces (2017). Retrieved from <https://cospaces.io/maker/coding/blockly.html>
- [30] D.School (2017). Retrieved from <https://dschool.stanford.edu/>
- [31] ISTE & CSTA (2011). Computational Thinking Leadership Toolkit first edition. Retrieved from <http://www.iste.org>

저자소개



성 영 훈

2000 진주교육대학교(학사)
 2002 진주교육대학교 교육대학원
 컴퓨터교육 전공(석사)
 2010. 경상대학교 대학원 컴퓨터과
 학(공학박사)
 2011~2015. 한국교육학술정보원
 연구원
 2015~현재 진주교육대학교 컴퓨
 터교육과 조교수
 관심분야: SW교육, 컴퓨팅융합
 교육, 국가행정정보시스템
 e-mail: yhsung@cue.ac.kr