

소프트웨어 교육에서 비버챌린지를 활용한 교수·학습 및 평가 방법 탐색

전용주[†] · 정웅열^{††} · 김인주^{†††} · 김지혜^{††††} · 이현아^{†††††} · 김동윤^{††††††}

요 약

2015 개정 교육과정에서는 컴퓨팅 사고력 함양을 위해 소프트웨어(SW) 교육을 강화하였고, 초등 실과 교과 및 중등 정보 교과 교육과정을 통해 소프트웨어 교육의 성격 및 내용체계 등을 체계적으로 제시하였다. 그러나 소프트웨어 교육의 교수·학습 및 평가 방법에 관해서는 유의점과 방향성만을 제시하고 있어 실제 교육 방법 및 사례에 관한 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 최근 국내외에서 SW교육 분야의 새로운 교수·학습 및 평가 모델로서 주목받고 있는 비버챌린지 2017 문제와 2015 개정 교육과정 상의 소프트웨어 교육 관련 성취기준의 연계 가능성을 분석하고, 이를 바탕으로 소프트웨어 교육을 위한 비버챌린지 활용 교수·학습 및 평가 방법을 탐색하고자 하였다. 본 연구의 결과가 소프트웨어 교육에서 교수·학습 및 평가 연구를 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이라고 기대한다.

주제어 : 비버챌린지, 소프트웨어 교육, 교수·학습 방법, 평가 방법

An Exploratory Study on Teaching & Learning and Evaluation Methods using Beaver Challenge in Software Education

YongJu Jeon[†] · Ungyeol Jung^{††} · Injoo Kim^{†††} ·
Jihyea Kim^{††††} · Hyuna Lee^{†††††} · Dongyun Kim^{††††††}

ABSTRACT

In the 2015 revised curriculum, software (SW) education was strengthened to cultivate computational thinking. In the curriculum of practical course at elementary school and of informatics course at secondary school, the characteristics, and content systems of SW education have developed systematically. However, it is necessary to study practical methods and cases for SW education because the curriculums provide only note and direction about teaching & learning, and evaluation methods for SW education. The purpose of this study is to analyze the achievement standards of the SW curriculum in the tasks of Bebras Challenge 2017 and to suggest various methods of teaching and learning, and of evaluation using the Bebras tasks. The results of this study are expected to propose a basis to develop various teaching and learning and evaluation researches.

Keywords : Bebras Challenge, Software Education, Teaching and Learning, Evaluation

† 종신회원: 안동대학교 컴퓨터교육과 조교수 †† 종신회원: 일산국제컨벤션고등학교 교사(교신저자)
††† 정 회원: 대전동광초등학교 교사 †††† 정 회원: 충북고등학교 교사
††††† 정 회원: 도담중학교 교사 †††††† 정 회원: 아주대학교 소프트웨어학과 명예교수
논문접수: 2018년 10월 16일, 심사완료: 2018년 11월 29일, 게재확정: 2018년 11월 29일
* 본 연구는 2018년 Bebras Korea의 지원으로 수행되었음

1. 서론

제4차 산업혁명은 소프트웨어(SW: Software) 기반 지식과 기술의 가치가 증대된 지능정보사회, 또는 소프트웨어 중심 사회로의 진입을 촉진한다[1]. 지능정보사회는 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 모바일 컴퓨팅을 통해 생성·수집·축적된 지식과 데이터를 인공지능(AI: Artificial Intelligence)과 결합한 지능정보기술이 경제·사회·삶 모든 분야에 두루 활용됨으로써 새로운 가치를 창출하는 사회를 뜻한다[2]. 따라서 특정 분야의 기술, 지식, 데이터에 의존하여 부가가치를 창출하는 직업들의 가치는 떨어지고, 소프트웨어 기반 지식과 기술, 즉 컴퓨팅을 바탕으로 문제를 발견하고 분석하여, 창의적이고 효율적인 해법을 구상하고 문제 해결에 적용할 수 있는 창의·융합형 인재의 가치가 커질 것으로 예상된다[3][4].

이러한 사회 변화는 필연적으로 교육의 변화를 야기한다. 교육의 본질적 목적 중 하나가 사회정의(social justice) 실현이며, 교육적 행위는 근본적으로 사회적·공공적·조직적 특성을 가지고 있기 때문이다[5][6]. 따라서 새로운 사회가 요구하는 창의·융합형 인재를 양성하기 위한 목적으로 2015 개정 교육과정이 개발·고시되었다[7][8][9]. 2015 개정 교육과정은 특정 분야의 깊이 있는 지식에 치중하기 보다는 인문·사회·과학기술 등 다양한 분야의 기초소양의 함양을 요구하고 있다. 또한, 학생들의 컴퓨팅 사고력(computational thinking)을 신장시키기 위해 소프트웨어 교육을 강화하고, 초, 중, 고등학교의 SW 교육과정을 확대하였다[8][9].

SW교육은 실생활의 문제를 컴퓨팅 사고를 통해 해결할 수 있는 역량을 함양하기 위한 교육이다[10]. 따라서 SW교육을 통해 문제를 컴퓨터로 해결할 수 있는 형태로 구조화하고, 자료를 분석하고 논리적으로 조직할 수 있으며, 모델링이나 시뮬레이션 등의 추상화를 통해 자료를 표현할 수 있고, 알고리즘적 사고를 통하여 해결방법을 자동화할 수 있어야 한다. 또한, 효율적인 해결방법을 수행하고 검증하며, 문제 해결 과정을 다른 문제에 적용하고 일반화할 수 있어야 한다[10][11]. 이러한 역량은 다보스 포럼 등을 통해

도출된 미래 인재가 갖추어야 할 역량과 대동소이하므로 SW교육은 미래 인재 양성을 위해 필수적인 교육이라 할 수 있다[1][7][12].

교육부, 과학기술정보통신부 등은 지난 2015년부터 한국교육과정평가원, 한국교육학술정보원, 한국과학창의재단 및 17개 시도 교육청 등과 협력하여 SW교육이 학교 현장에 안정적으로 정착할 수 있도록 지원하기 위한 정책과 사업을 추진하고 있다[13]. 그 중 대표적인 것이 SW 교육과정 및 SW교육 모델의 개발, 그리고 SW교육 담당 교원의 지도역량 함양이라고 할 수 있다. 먼저 SW 교육과정은 SW교육의 성격과 목표, 내용, 성취기준, 교수학습 및 평가 방법 등을 안내하기 위한 지침으로서, 소프트웨어 교육 운영 지침과 2015 개정 교육과정의 총론 및 각론을 통해 구체화되었다[10][11]. 또한, SW교육 모델은 SW교육 선도학교, SW교육 연구학교, SW교과 중점학교 등의 사업을 통해 개발 및 확산되었다. 그리고 SW교육 담당 교원의 지도역량을 향상시키기 위해 다양한 종류의 교사 연수 과정을 운영하고 있다[13].

특히, 그간 SW교육 목적 및 내용 전달과 이해 중심으로 진행되었던 SW교육 담당교원 연수 과정이 2018학년도부터 교수학습 및 평가 방법을 중심으로 개편된 것을 주목할 필요가 있다[14]. 이는 근본적으로는 SW교육을 통해 2015 개정 교육과정이 추구하는 학생참여형 수업 및 과정중심평가를 실현하려는 목적이지만, 한편으로 2015년부터 실시된 본 연수 과정에 참여한 교사들의 요구사항을 반영한 결과이기도 하다. 즉, 많은 교사들이 다양한 연수 과정 등을 통해 SW교육의 교육철학이나 내용을 이해하게 되었으나, 실제 교수·학습 현장에서 적용하는데 적지 않은 어려움을 겪고 있기 때문이다.

SW교육은 지식 위주의 교육보다는 수행 위주의 교육을 통하여 디지털 사회의 필수적 요소인 컴퓨팅 사고력의 의미와 중요성을 학습자 스스로 인식하고 그 가치를 확인할 수 있도록 교육해야 한다. 또한, 융합교육의 측면에서 컴퓨팅 사고를 기반으로 한 다양한 문제의 분석과 해결방안 등을 수학, 과학 등 다양한 교과 활동과 연계하여 수행할 수 있도록 가르치고 평가해야 한다[10][11]. 이는 SW교육 담당 교사가 소프트웨어

교육과정을 적절하게 재구성하여 실생활 및 다양한 학문 분야의 복잡한 문제를 이해하고 창의적으로 해법을 구현하여 적용할 수 있는 역량을 신장시킬 수 있도록 학생참여형 수업과 과정중심 평가를 실시해야 한다는 뜻이다[9]. 그럼에도 불구하고 교육과정 문서에는 교수·학습 및 평가 방법과 관련하여 유의점 및 방향성만을 제시하고 있다. 따라서 SW교육 담당 교원을 위한 실제적 교수·학습 및 평가 방법에 관한 연구가 필요하다 [13][15][16].

따라서 본 연구에서는 최근 국내외에서 SW교육 분야의 새로운 교수·학습 및 평가 모델로서 주목받고 있는 비버챌린지의 문제(tasks)를 2015 개정 교육과정 상의 소프트웨어 교육 관련 성취기준을 바탕으로 분석하고, 소프트웨어 교육을 위한 비버챌린지 활용 교수·학습 및 평가 방법을 탐색하고자 한다.

본 연구가 소프트웨어 교육에서의 다양한 교수·학습 및 평가 사례 개발의 기초 자료로 활용될 것이라고 기대한다.

2. 이론적 배경

2.1 소프트웨어 교육과정

소프트웨어(SW) 교육은 단순히 프로그램 개발 역량을 신장시키기 위한 것을 넘어서, 정보윤리의 식과 태도를 바탕으로 실생활의 문제를 컴퓨팅 사고를 통해 해결할 수 있는 컴퓨팅 사고력을 함양하기 위한 교육이다[7][8][9][10]. 이러한 SW교육의 목적, 내용, 성취기준, 교수·학습 및 평가 방법을 기술한 공식 문서에는 소프트웨어 교육 운영 지침과 2015 개정 교육과정의 총론과 각론이 있다[10][11].

소프트웨어 교육 운영 지침(교육부, 2015)은 소프트웨어 교육을 실시하기 위한 목표, 내용, 방법, 평가 등을 기술한 것으로, 소프트웨어 교육과정의 운영을 위한 안내 자료의 목적으로 개발되었다 [10]. 그러나 소프트웨어 교육 운영 지침이 초·중등학교에서 2015 개정 교육과정이 적용되기 전까지 활용함을 목적으로 개발된 것이므로, 현 시점에서 소프트웨어 교육 운영지침이 가지는 국가

교육과정으로서의 기능은 크지 않다고 할 수 있다.

2015 개정 교육과정은 창의융합형 인재 양성을 목적으로 개발·고시된 국가 교육과정이다[8][9]. 교육과정 총론에는 초·중등학교 교육이 기대하는 인재상과 핵심 역량, 학교급별 목표 및 편제, 교과목의 구성과 시수, 유의사항 등이 제시되어 있다. 교육과정 각론은 각 교과 교육과정을 뜻하는 것으로서 교과목의 성격과 목표, 교과 역량, 내용 체계(영역, 핵심 개념, 내용 요소, 기능), 학습 요소, 성취기준, 교수·학습 및 평가의 유의점 등을 기술한 문서이다[8][9][11]. 따라서 본 연구의 목적을 달성하기 위해서는 소프트웨어 교육에 관련한 2015 개정 교육과정 상의 학교급별 성취기준을 분석하는 것이 필요하다.

다음 <표 1>은 초, 중, 고등학교 소프트웨어 교육과정의 일부 성취기준을 제시한 것이다[11]. 초등학교에서는 SW교육을 위한 별도의 독립 교과가 존재하지 않는 반면, 실과 교육과정에서 제시한 내용 체계에 따라 최소 17시간 이상을 편성하여 SW 체험·활동 중심의 성취기준 5개를 달성해야 한다. 또한 정보윤리, 로봇과 관련된 3개의 성취기준과도 연계하여 지도하도록 안내하고 있다 [8][9][11].

<표 1> 소프트웨어 교육과정 성취기준(일부)

학교급 (교과목)	성취기준
초 (실과)	[6실04-08]절차적 사고에 의한 문제 해결의 순서를 생각하고 적용한다. [6실04-09]프로그래밍 도구를 사용하여 기초적인 프로그래밍 과정을 체험한다.
중 (정보)	[9정02-03]실생활의 정보를 표, 다이어그램 등 다양한 형태로 구조화하여 표현한다. [9정03-04]문제 해결을 위한 다양한 방법과 절차를 탐색하고 명확하게 표현한다.
고 (정보)	[12정보02-02]컴퓨팅 환경에서 생산되는 방대하고 복잡한 종류의 자료들을 수집, 분석, 활용하기 위한 컴퓨팅 기술의 역할과 중요성을 이해한다. [12정보04-07]배열의 개념을 이해하고 배열을 활용한 프로그램을 작성한다.
고 (정보 과학)	[12정과02-02]비선형 자료구조의 종류와 특성을 이해하고 프로그래밍을 통해 구현한다. [12정과03-08]상향식 동적 계획법을 이용한 알고리즘을 설계하고 프로그래밍을 통해 구현한다.

중·고등학교에서는 전문적인 교육을 위해 정보 교과를 통해 SW교육을 실시해야 한다[17]. 이를 위해 중학교에서는 정보 교과를 신설하고 최소 34시간 이상을 편성하여 정보과 교육과정에서 제시한 SW 개념 이해 중심의 성취기준 17개를 달성할 수 있어야 한다[8][9][11].

고등학교에서는 생활교양 영역의 기술·가정 교과(군) 내 심화 선택 과목이었던 정보 과목을 일반 선택 과목으로 전환하였다. 또한, 탐구 영역의 과학 교과 내 심화 선택 과목이었던 정보과학 과목을 전문교과(I)로 전환하였다. 고등학교 정보와 정보과학은 각 5단위의 기준 이수 단위를 바탕으로 운영할 수 있으며 SW 개발, 융합 중심의 성취기준을 달성할 수 있도록 가르쳐야 한다[8][9][11].

2.2 비버챌린지와 구성주의

비버챌린지(Bebras Challenge)는 정보과학에 대한 학습 동기를 유발하고, 컴퓨팅 사고력을 함양하기 위한 목적으로 개발된 문제 해결 기반의 평가 모델이자 교육 혁신이다[13]. 지역, 학교, 교사 및 학생의 수준, 성별 등에 관계없이 누구나 도전 가능한 문제(tasks)를 바탕으로 하며, 2004년 리투아니아에서 779명으로 시작되어 2018년 현재 60여 개국이 참여하는 전 세계 최대 규모의 정보 교육 운동으로 확산되고 있다[13][18].

비버챌린지의 문제는 CSTA K-12 컴퓨터과학 표준(Computer Science Standards)을 바탕으로 균형 있게 출제되고, 특별한 사전지식이 없어도 쉽게 이해할 수 있으며, 흥미롭고 재미있는 소재와 상황을 이용하여 구조화된다[19][20]. 이밖에도 <표 2>와 같은 조건을 갖추어야 한다[21][22].

<표 2> 비버챌린지 문제의 필요조건

- 정보과학적 개념과 관련이 있어야 함
- 사전지식이 없어도 쉽게 이해할 수 있어야 함
- 3분 이내에 해결할 수 있어야 함
- 짧아야 함(웹브라우저의 한 화면을 넘기지 않아야 함)
- 컴퓨터를 이용하여 해결할 수 있어야 함
- 특정 소프트웨어나 시스템에 독립적이어야 함
- 흥미롭거나 재미있어야 함

모든 문제들은 공식 회원국의 공동 출제 및 검토를 통해 개발되므로 높은 타당도를 갖는다[13][15][16]. 또한, 온·오프라인의 워크숍을 통해 문제를 검토, 보완 및 선별하고, 학생들의 연령 및 인지수준을 고려하여 문제의 연령 그룹(그룹 I~그룹 VI) 및 난이도(상, 중, 하)를 책정함으로써 신뢰도를 제고한다[13][23][24].

대부분의 비버챌린지 문제는 텍스트 이외에도 유의미한 이미지, 표 등을 포함하여 구성되어 있기 때문에 문제 해결의 과정에서 문제 분석과 모델링 등의 추상화 능력을 함양할 수 있다[18][22]. 그리고 CBT(Computer Based Test) 환경의 장점을 활용한 상호작용(interactive) 유형의 문제를 통해 알고리즘 및 프로그래밍 학습과 평가도 가능하다[13].

이러한 특성을 바탕으로 비버챌린지가 가진 교육적 가능성 및 효과를 밝히기 위해 다양한 선행 연구가 수행되었으며, 그 결과를 분석하면 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 비버챌린지의 교육적 가능성 및 효과

- 2015 개정 정보과 교육과정의 성격, 목표, 내용, 편제 등에 적합하다.
- 지역, 학교, 사전지식 수준, 성별 등에 관계없이 누구나 도전할 수 있는 보편교육 콘텐츠이다.
- 정보과학에 대한 학습동기를 유발하고, 기본 개념을 형성하고 응용 방법을 이해하는데 도움을 준다.
- 컴퓨팅 사고력을 측정하고 촉진하는데 도움을 주며, 타당도와 신뢰도가 높다.
- 자기주도적인 학습 및 평가가 가능한 프로그램 자동 채점 시스템으로 활용 가능하다.
- 구성주의(constructivism and constructionism) 철학을 바탕으로 문제 중심 학습, 백워드 설계, 디자인 기반 학습, 거꾸로 학습, 수업 밀착형 평가 등 다양한 교수·학습 모델을 설계할 수 있다.

특히, 비버챌린지가 구성주의(Constructivism and Constructionism)를 바탕으로 한다는 것에 주목할 필요가 있다[24][25][26]. 피아제(G. Piaget)로부터 시작된 구성주의(Constructivism)는 상대주의적 인식론에 근거하는 교육철학으로 객관적 지식을 전달하기 위한 행위로서의 교육을 부정하고, 학습자 스스로 지식을 구성하도록 돕기 위해 실생활을 바탕으로 하는 상황적·맥락적 학습 경험 및 환경을 제공할 것을 강조한다. 특히, 내

면화, 주제화를 통한 반사 과정 및 동화, 조절을 통한 반성 과정을 통한 반영적 추상화(Reflective Abstraction)를 바탕으로 지식의 구성 과정을 설명하였다. 따라서 구성주의(Constructivism) 관점에서의 학습은 개인의 경험과 흥미에 따라 달라질 수 있으며, 평가는 지식을 암기하였는지가 아니라 과정을 수행할 수 있는 능력을 갖추었는지에 초점을 두어야 한다[27][28].

비버챌린지 문제는 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 소재를 바탕으로 간단한 어휘와 문장, 표와 그림 등으로 구성되어 있기 때문에 특별한 사전 지식이 없는 경우라도 쉽게 문제 상황을 인식(내면화, internalization)하고, 해결해야 할 문제를 이해(주제화, thematization)할 수 있다. 이러한 과정을 통해 표상(representation)된 문제를 해결하는 과정에서 인지적 갈등(cognitive conflict)을 겪게 되고, 문제 상황에 내재된 핵심적인 정보나 조건을 찾아 그것들 간의 관계를 분석하여 구조화하는 과정 및 문제 해결의 방법과 절차를 설계하고 적용하는 등의 동화(assimilation)와 조절(regulation)을 바탕으로 문제를 해결함으로써 정보과학적 개념을 이해하고 컴퓨팅 사고력이 함양된다 [13][29][30].

이러한 학습 과정은 개인이 가진 경험과 흥미 수준에 따라 달라질 수 있으며, 실제 문제 해결 과정에서는 정보과학 지식 자체를 묻는 것이 아니라 컴퓨팅 사고를 바탕으로 문제를 추상화하거나 자동화할 수 있는지, 즉 수행 능력을 평가한다는 점에서 구성주의 철학을 바탕으로 한다고 볼 수 있다[13].

한편, 상호작용(interactive) 유형의 문제를 통해 실제적인 프로그래밍 학습과 평가가 가능하다는 교육적 가능성은 비버챌린지를 활용한 SW교육이 페퍼트(S. Papert)의 구성주의(Constructionism) 철학으로 확장될 수 있음을 뜻한다[13].

페퍼트의 구성주의(Constructionism)는 피아제의 구성주의(Constructivism)를 바탕으로 한다. 그러나 구체적 사물(구체물, object)을 바탕으로 학습자의 지식 구성 활동, 즉 반영적 추상화 활동을 지원하고 촉진한다는 특징을 가진다. 이때의 구체물은 물리적 도구뿐만 아니라 로고(LOGO)의 거북이, 스크래치의 스프라이트 등 가시화할 수 있

는 가상의 도구도 포함한다[31][32].

<표 4> Constructionism 학습 환경의 특성

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> · 경험을 통한 학습 · 테크놀로지를 활용한 학습 · 힘든 목표의 달성을 즐기는 학습 · 학습 방법을 배울 수 있는 학습 · 시간을 적절히 활용하는 방법을 배울 수 있는 학습 · 실패를 통해 배울 수 있는 학습 |
|--|

<표 4>에서 알 수 있듯이, 페퍼트의 구성주의(Constructionism) 학습 환경에서는 테크놀로지를 활용하여 지식의 구성 과정을 가시적인 산출물로 구체화하고, 이를 공유·평가하고 교정하는 과정을 중시한다[30]. 이를 통해 학습자 스스로 학습 과정을 관리하고, 학습 방법을 이해하는 기대효과를 가진다. 이와 같은 이유로 페퍼트의 구성주의(Constructionism)는 ‘Learning by Doing’뿐만 아니라 ‘Learning by Making’으로 설명되기도 한다 [29][33].

따라서 블로클리(Blockly) 환경에서 알고리즘의 구현 및 프로그래밍이 가능한 상호작용형 비버챌린지 문제를 해결하는 과정은 그 자체가 페퍼트의 구성주의(Constructionism) 철학을 바탕으로 한다고 볼 수 있다[34].

또한, 비버챌린지 문제가 정보과학적 개념 및 원리를 바탕으로 하고, 문제의 개발이나 공유가 용이하며, 다양한 활동 중심의 수업으로 연계가 가능하다는 점에서 페퍼트의 구성주의(Constructionism) 철학을 바탕으로 한다고 볼 수 있다[35][36].

3. 연구 방법

3.1 연구의 대상

본 연구는 소프트웨어 교육을 위한 비버챌린지 활용 교수·학습 및 평가 방법을 탐색하기 위한 연구로 비버챌린지 2017 도전하기 문제(이하 비버챌린지 문제)를 주요 연구 대상으로 설정하였다. 비버챌린지 문제의 제목, 영역, 그룹별 문제 번호 및 난이도는 <표 5>와 같다[15][16].

<표 5> 비버챌린지 2017 문제

제목	영역	문제 번호 및 난이도				
		그룹II (초3~4)	그룹III (초5~6)	그룹IV (중1)	그룹V (중2~3)	그룹VI (고1~3)
가나다라마 군도	DSR, COM		III-09(상)	IV-07(중)	V-06(하)	
강아지들 자리 바꾸기	ALP, DSR, CPH		III-04(하)	IV-02(하)		
강우량 분포	DSR, ALP, ISS			IV-09(중)	V-08(하)	
고장이 난 물 공급 시스템	ALP, CPH, ISS					VI-01(하)
고층빌딩 아트	ALP, DSR, ISS			IV-11(상)	V-09(중)	
공 굴리기	DSR, ALP			IV-13(상)	V-12(중)	VI-12(중)
괄호들	ALP, DSR		III-01(상)	IV-01(하)		
기사 편집	DSR, CPH, ALP			IV-10(하)		
다섯 개의 젓가락	ALP	II-08(상)	III-14(중)			
다운로드 목록	ISS, COM, DSR				V-13(상)	
댄스 배틀	ALP		III-05(중)			
뎀 거주지의 터널	DSR, CPH, ALP				V-04(상)	VI-05(중)
로터리 도시	ALP, DSR		III-13(상)		V-14(하)	
막대기와 방패	DSR, ALP		III-11(상)	IV-12(중)	V-10(하)	
미로 탈출	ALP, DSR				V-02(중)	VI-04(하)
벽 지우기	ALP, DSR	II-07(상)				
벽의 틈을 찾아라	ALP	II-09(하)				
비버리아 피자가게	CPH, DSR, ALP			IV-04(중)		
비버의 이름은?	DSR, ISS		III-10(중)	IV-08(하)		
비브라그래프	COM, ISS, DSR					VI-08(하)
사탕 수집하기	DSR, ALP					VI-03(상)
새집	DSR	II-06(하)				
숫자 인식	ALP, DSR					VI-13(상)
아라봇의 이동	ALP, DSR, ISS				V-05(상)	VI-06(중)
아이콘 이미지 압축하기	DSR, ALP					VI-09(상)
알림 글 전달	COM	II-03(중)	III-06(하)			
암호를 풀어라	ALP, DSR					VI-14(상)
오타 수정	ALP, DSR			IV-14(상)	V-15(중)	VI-15(하)
옷어 주세요	DSR	II-05(중)	III-08(하)			
이쑤시개 게임	ALP, DSR		III-15(중)	IV-15(하)		
자전거 타기는 재미있어	DSR, ALP				V-07(상)	VI-07(중)
점심 뭐 먹을까?	DSR, ISS, COM			IV-05(중)	V-03(하)	
주차 공간	DSR	II-02(하)	III-03(하)			
최단 거리	ALP, COM, ISS					VI-10(상)
침입자	ISS, COM, DSR			IV-06(상)		
탄산음료 가게	ALP, DSR			IV-03(상)	V-01(중)	VI-02(하)
팔이 하나인 비버	ALP	II-04(상)	III-07(중)			

제목	영역	문제 번호 및 난이도				
		그룹II (초3~4)	그룹III (초5~6)	그룹IV (중1)	그룹V (중2~3)	그룹VI (고1~3)
편집 거리	ALP, COM, ISS				V-11(상)	VI-11(중)
할머니의 잼	ALP		III-12(상)			
2진수 대문	COM, DSR	II-01(중)	III-02(하)			
계		9	15	15	15	15

- ALP (Algorithms and Programming)
- DSR (Data, Data Structures and Representation)
- CPH (Computer Process and Hardware)
- COM (Communication and Networking)
- ISS (Interactions, Systems and Society)

또한, 본 연구에 활용한 2015 개정 소프트웨어 교육과정의 성취기준은 이론적 배경으로 제시한 바와 같이 초등학교 실과 교과와 소프트웨어 성취기준 8개(기술시스템 영역 5개 + 기술 활용 영역 3개), 중학교 정보 교과의 성취기준 전체(17개), 고등학교 정보 및 정보과학 과목의 성취기준 전체(각 29개, 25개)이다.

3.2 연구의 절차 및 방법

소프트웨어 교육을 위한 비버챌린지 활용 교수·학습 및 평가 방법을 탐색하기 위한 본 연구의 수행절차는 다음과 같다.

첫째, 비버챌린지 문제에 나타난 2015 개정 소프트웨어 교육과정 성취기준 내용을 분석한다.

둘째, 외부 전문가에 의한 델파이 설문을 통해 분석 결과를 보완하고, 타당도와 신뢰도를 확보한다.

셋째, 이론적 배경과 델파이 결과를 바탕으로 학교 현장에 적용 가능한 소프트웨어 교육을 위한 비버챌린지 활용 교수·학습 및 평가 방법을 탐색한다.

이상의 연구의 절차 및 방법을 정리하여 제시하면 <표 6>과 같다.

<표 6> 연구의 절차 및 방법

연구 절차	연구 방법
내용분석	연구진 협의 및 삼각검증
전문가 검토	내용분석 결과에 대한 외부 전문가 대상 델파이 설문(1차)
	내용분석 결과에 대한 외부 전문가 대상 델파이 설문(2차)
	델파이 설문 결과에 대한 외부 전문가 협의
교수·학습 및 평가 방법 탐색	연구진 및 외부 전문가 협의

4. 연구 결과

4.1 내용분석

본 연구에서 실시한 내용분석은 비버챌린지 문제와 관련된 소프트웨어 성취기준이 무엇인지 알아보기 위한 것이다. 따라서 <표 7>과 같은 내용분석틀을 바탕으로 비버챌린지 문제에 대한 내용분석을 실시하였다.

<표 7> 내용분석틀 및 작성 예시

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호,제목)
(예) 자료와 정보	(예) 자료의 수집	[9정02-02]	(예) IV-09.강우량 분포 (예) IV-14.오타 수정

이때, 비버챌린지 문제가 연령 그룹에 따라 대체로 상이하다는 점을 고려하여, 성취기준의 분석 대상을 설정하였다. 즉, 학교급별 그룹Ⅱ(초3~4), 그룹Ⅲ(초5~6)의 문제를 대상으로 초등학교 실과 교육과정 성취기준의 내용분석을 실시하였다. 또한, 그룹Ⅳ(중1), 그룹Ⅴ(중2~3)의 문제에 대해서는 중학교 정보 교과와 성취기준을 분석하였고, 그룹Ⅵ(고등학생)의 문제를 대상으로 고등학교 정보, 정보과학 과목의 성취기준을 분석하였다.

이상의 과정을 통해 분석한 결과는 다음과 같다. <표 8>은 초등학교 실과 교과와 성취기준을 분석한 결과이며, <표 9>는 중학교 정보 교과, <표 10>과 <표 11>은 각각 고등학교 정보 및 정보과학 과목의 성취기준에 대해 내용분석을 실시한 결과이다. 본 연구에서는 학교급별 분석에 따른 일관성을 확보하고, 분석 결과의 타당도를 높이고자 삼각검증(triangulation) 방법을 활용하였다[37].

<표 8> 내용분석 결과 - 초등학교 실과 교과

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호,제목)
기술 시스템	소프트웨어의 이해	[6실04-07]	Ⅱ-05.웃어주세요
	절차적 문제해결	[6실04-08]	Ⅱ-01.이진수 대문 등 14개 문제
	프로그래밍 요소와 구조	[6실04-09]	Ⅱ-04. 팔이 하나인 비버 등 5개 문제

기술 활용	개인 정보와 지식 재산 보호	[6실04-10]	Ⅱ-03. 알림글 전달 등 2개 문제
		[6실04-11]	Ⅱ-07. 벽 지우기 등 3개 문제
	로봇의 기능과 구조	[6실05-05]	Ⅱ-03. 알림글 전달 등 2개 문제
		[6실05-06]	Ⅱ-07. 벽 지우기
[6실05-07]	해당 없음		

<표 9> 내용분석 결과 - 중학교 정보 교과

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호,제목)	
정보 문화	정보사회의 특성과 진로	[9정01-01]	IV-06.침입자 등 4개 문제	
	개인정보와 저작권 보호	[9정01-02]	IV-05.점심 뭐 먹을 까? 등 3개 문제	
	사이버 윤리	[9정01-03]	해당 없음	
자료와 정보	자료의 유형과 디지털 표현	[9정02-01]	IV-05.점심 뭐 먹을 까? 등 2개 문제	
	자료의 수집	[9정02-02]	IV-09.강우량 분포 등 2개 문제	
	정보의 구조화	[9정02-03]	IV-03.탄산음료 가게 등 7개 문제	
문제 해결과 프로그래밍	추상화와 알고리즘	문제이해	[9정03-01]	IV-03.탄산음료 가게 등 13개 문제
		핵심요소 추출	[9정03-02]	IV-01.괄호들 등 14개 문제
		알고리즘이해	[9정03-03]	IV-02.강아지를 자리 바꾸기 등 12개 문제
		알고리즘 표현	[9정03-04]	IV-02.강아지를 자리 바꾸기 등 15개 문제
	프로그래밍	입력과 출력	[9정04-01]	IV-01.괄호들 등 5개 문제
			[9정04-02]	IV-01.괄호들 등 3개 문제
		변수와 연산	[9정04-03]	IV-13.공 굴리기 등 3개 문제
		제어구조	[9정04-04]	IV-11.고층빌딩 아트 등 3개 문제
프로그래밍 응용	[9정04-05]	IV-06.침입자 등 2개 문제		
컴퓨팅 시스템	컴퓨팅 기기의 구성과 동작원리	[9정05-01]	IV-02.강아지를 자리 바꾸기 등 4개 문제	
	센서 기반 프로그램 구현	[9정05-02]	IV-06.침입자 등 3개 문제	

<표 10> 내용분석 결과 - 고등학교 정보 과목

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호,제목)
정보 문화	정보과학과 진로	[12정보01-01]	VI-08. 비브라그림
		[12정보01-02]	해당 없음
	정보보호와 보안	[12정보01-03]	해당 없음
		[12정보01-04]	해당 없음
	저작권 활용	[12정보01-05]	해당 없음

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호-제목)		
	사이버 윤리	[12정보01-06]	해당 없음		
자료와 정보	효율적인 디지털 표현	[12정보02-01]	VI-09. 아이콘 이미지 압축하기 등 2개 문제		
	자료의 분석	[12정보02-02]	VI-02. 탄산음료 가격 등 5개 문제		
		[12정보02-03]	해당 없음		
	정보의 관리	[12정보02-04]	해당 없음		
문제 해결과 프로그래밍	추상화와 알고리즘	문제 분석	[12정보03-01]	VI-05. 댐 거주지의 터널 등 4개 문제	
			[12정보03-02]	VI-13. 숫자 인식	
		문제 분해와 모델링	[12정보03-03]	VI-07. 자전거 타기는 재미있어 등 3개 문제	
	프로그래밍	알고리즘 설계	[12정보03-04]	VI-02. 탄산음료 가격 등 8개 문제	
		알고리즘 분석	[12정보03-05]	VI-01. 고장이 난 물 공급 시스템	
		프로그램 개발 환경	[12정보04-01]	VI-01. 고장이 난 물 공급 시스템 등 2개 문제	
			변수와 자료형	[12정보04-02]	VI-15. 오타 수정
			연산자	[12정보04-03]	해당 없음
			표준입출력과 파일입출력	[12정보04-04]	해당 없음
		중첩 제어 구조	[12정보04-05]	VI-04. 미로 탈출 등 3개 문제	
			[12정보04-06]	해당 없음	
		배열	[12정보04-07]	VI-03. 사탕 수집하기 등 2개 문제	
		함수	[12정보04-08]	VI-12. 공 굴리기	
		프로그래밍 응용	[12정보04-09]	해당 없음	
			[12정보04-10]	해당 없음	
컴퓨팅 시스템	운영체제 역할	[12정보05-01]	해당 없음		
	네트워크 환경 설정	[12정보05-02]	해당 없음		
	피지컬 컴퓨팅 구현	[12정보05-03]	해당 없음		
		[12정보05-04]	VI-06. 아라봇의 이동		

<표 11> 내용분석 결과 - 고등학교 정보과학 과목

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호-제목)
프로그래밍	변수와 상수	[12정과01-01]	VI-15. 오타 수정
	연산자	[12정과01-02]	VI-11. 편집 거리
	자료형	[12정과01-03]	-
	다차원 배열	[12정과01-04]	-
	순차, 선택, 반복 구조	[12정과01-05]	VI-04. 미로 탈출 등 2개 문제
	중첩 제어구조	[12정과01-06]	VI-04. 미로 탈출
	함수	[12정과01-07]	-
	변수의 영역	[12정과01-08]	-
자료처리	선형 자료구조	[12정과02-01]	VI-12. 공 굴리기
	비선형 자료구조	[12정과02-02]	-
	자료의 정렬	[12정과02-03]	-
		[12정과02-04]	-
자료의 탐색	[12정과02-05]	VI-01. 고장이 난 물 공급 시스템	
알고리즘	문제	[12정과03-01]	VI-01. 고장이 난 물 공급 시스템 등 15 문제

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호-제목)
컴퓨팅 시스템	알고리즘 복잡도	[12정과03-02]	VI-11. 편집 거리
		[12정과03-03]	VI-06. 아라봇의 이동
	전체 탐색	[12정과03-04]	VI-02. 탄산음료 가격 등 3개 문제
	탐색 공간의 배제	[12정과03-05]	-
	관계 정의	[12정과03-06]	VI-09. 아이콘 이미지 압축하기
	동적 계획법	[12정과03-07]	VI-11. 편집 거리
		[12정과03-08]	VI-03. 사탕 수집하기 등 3개 문제
컴퓨팅 시스템	시뮬레이션 설계	[12정과04-01]	VI-08. 비브라그램
	시뮬레이션 구현	[12정과04-02]	-
	피지컬 컴퓨팅 구성	[12정과04-03]	-
	피지컬 컴퓨팅 구현	[12정과04-04]	-

4.2 전문가 검토

본 연구에서 실시한 전문가 검토는 연구진에 의해 도출된 내용분석 결과를 보완하고 타당도와 신뢰도를 제고하기 위한 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 델파이 기법을 활용하여 2회의 설문을 진행하였다. 전문가들의 전문성을 바탕으로 하는 속의 및 이들 간의 합의된 의견을 도출하는 과정이 필요하다고 판단하였기 때문이다.

델파이 설문 참여 전문가 총 12명(초등학교 3명, 중학교 3명, 고등학교(정보) 3명, 고등학교(정보과학) 3명)이다. 전문가들은 모두 소프트웨어 교육 경력 4년 이상의 현직 교사로서 소프트웨어 교육 및 비버챌린지와 관련한 교재 개발, 교과서 집필, 교육 연구 및 교사 연수 강사 이력 중 2가지 이상의 경력을 가진 교사를 대상으로 전문가 집단을 구성하였다.

델파이 설문은 각 성취기준별 내용분석 결과의 타당도(연계 가능성)에 대한 전문가 의견을 리커트 5점 척도(5점: 매우 타당함, 4점: 타당함, 3점: 보통, 2점: 타당하지 않음, 1점: 전혀 타당하지 않음)를 활용하여 수집하는 형태로 진행되었다. 단, 1차적으로 연구진에 의해 내용분석이 진행된 바, 정성 평가를 중심으로 설문을 진행하였다. 또한, 연계 가능성이 낮다고 판단하는 문제 및 연계 가능성이 높음에도 불구하고 누락되었다고 판단하

는 문제에 대한 의견도 수집하였다.

1차 검토 결과, 타당도의 평균 점수가 4점(타당함) 미만인 문제는 연계 가능한 문제에서 삭제하였다. 따라서 타당도가 4점 이상인 문제의 통계 결과 및 전문가 집단이 추가적으로 제안한 문제를 대상으로 2차 설문을 진행하였다. 2차 검토 결과에서도 연계 가능성이 4점 미만인 문제는 삭제함으로써 <표 12>~<표 15>와 같은 결과를 얻었다.

본 연구에서는 2차 델파이 설문 결과의 타당도와 신뢰도 제고를 위한 외부 전문가 협의를 실시하였다. 외부 전문가 집단은 앞서 언급한 경력 중 3가지 이상을 충족하는 정보과학 및 컴퓨터교육 분야의 교수 5명, 교사 5명으로 구성하였다. 전문가 협의 결과, 새롭게 추가되거나 삭제된 문항은 없었다. 전문가들은 델파이 설문에 따른 내용분석 결과가 자신의 의견과 매우 유사하다고 밝혔으며, 이는 델파이 설문에 참여한 전문가 집단의 전문성이 높고, 비버챌린지가 흥미롭고 매력적인 실생활의 문제 상황을 배경으로 삼고 있음에도 불구하고 문항에 포함된 정보과학 개념 및 컴퓨팅 사고력 요소가 명확하여 분석결과에 차이가 발생하기 어렵기 때문인 것으로 분석하였다[4][20].

<표 12> 최종분석 결과 - 초등학교 실과

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호)	문항 수
기술 시스템	소프트웨어의 이해	[6실04-07]	II-05	1
	절차적 문제해결	[6실04-08]	II-01, II-02, II-03, II-04, II-05, II-06, II-07, II-08, II-09, III-01, III-04, III-11, III-12, III-14, III-15	15
	프로그래밍 요소와 구조	[6실04-09]	II-09	1
		[6실04-10]	II-03, II-04	2
[6실04-11]		II-09, III-05	2	
기술 활용	개인 정보와 지식 재산 보호	[6실05-05]	II-03, III-10	2
	로봇의 기능과 구조	[6실05-06]	II-07	1
		[6실05-07]	해당 없음	-

<표 13> 최종분석 결과 - 중학교 정보

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호)	문항 수	
정보 문화	정보사회의 특성과 진로	[9정01-01]	IV-06, IV-07, V-14	3	
	개인정보와 저작권 보호	[9정01-02]	IV-05, IV-08	2	
	사이버 윤리	[9정01-03]	해당 없음	-	
자료와 정보	자료의 유형과 디지털 표현	[9정02-01]	IV-05, IV-08	2	
	자료의 수집	[9정02-02]	IV-09	1	
	정보의 구조화	[9정02-03]	IV-01, IV-03, IV-04, IV-05, IV-06, IV-07, IV-09, IV-10, V-04, V-07, V-13, V-14	12	
문제 해결과 프로그래밍	추상화와 알고리즘	문제이해	[9정03-01]	IV-02, IV-03, IV-04, IV-05, IV-07, IV-10, IV-11, IV-12, IV-13, IV-14, IV-15, V-02, V-04, V-05, V-07, V-14, V-11	17
		핵심요소 추출	[9정03-02]	IV-01, IV-03, IV-04, IV-05, IV-06, IV-07, IV-09, IV-10, IV-12, IV-13, IV-15, V-02, V-04, V-13	14
		알고리즘이해	[9정03-03]	IV-02, IV-04, IV-06, IV-10, IV-11, IV-14, IV-15, V-02, V-04, V-05, V-13, V-14	12
		알고리즘 표현	[9정03-04]	IV-02, IV-03, IV-04, IV-06, IV-07, IV-10, IV-11, IV-12, IV-14, IV-15, V-02, V-04, V-05, V-13, V-14	15
프로그래밍	입력과 출력	[9정04-01]	IV-01, IV-11, V-02	3	
		[9정04-02]	IV-01, IV-08, V-05	3	
		변수와 연산	[9정04-03]	IV-13, IV-14, V-11	3
		제어구조	[9정04-04]	IV-11, V-02, V-05	3
		프로그래밍 응용	[9정04-05]	IV-06, V-14	2
컴퓨팅 시스템	컴퓨팅 기기의 구성과 동작원리	[9정05-01]	IV-02, IV-07, IV-11, V-05	4	
		센서 기반 프로그램 구현	[9정05-02]	IV-06, IV-11, V-05	3

<표 14> 최종분석 결과 - 고등학교 정보

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호, 제목)	문항 수	
정보 문화	정보과학과 진로	[12정보01-01]	VI-08	1	
		[12정보01-02]	해당 없음	-	
		정보보호와 보안	[12정보01-03]	해당 없음	-
			[12정보01-04]	VI-14	1
		저작권 활용	[12정보01-05]	해당 없음	-
		사이버 윤리	[12정보01-06]	해당 없음	-
자료와 정보	효율적인 디지털 표현	[12정보02-01]	VI-09, VI-14	2	

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호, 제목)	문항 수	
	자료의 분석	[12정보02-02]	VI-02, VI-05, VI-07, VI-08, VI-13	5	
		[12정보02-03]	해당 없음	-	
	정보의 관리	[12정보02-04]	해당 없음	-	
문제 해결과 프로그래밍	추상화와 알고리즘	문제 분석	[12정보03-01]	VI-05, VI-08, VI-11, VI-10, VI-15	5
			[12정보03-02]	VI-13	1
		문제 분해와 모델링	[12정보03-03]	VI-07, VI-12, VI-13	3
		알고리즘 설계	[12정보03-04]	VI-02, VI-03, VI-04, VI-05, VI-06, VI-10, VI-11, VI-14	8
		알고리즘 분석	[12정보03-05]	VI-01	1
		프로그래밍 개발 환경	[12정보04-01]	VI-01	1
	프로그래밍	변수와 자료형	[12정보04-02]	VI-15	1
		연산자	[12정보04-03]	해당 없음	-
		표준입출력과 파일입출력	[12정보04-04]	해당 없음	-
		중첩 제어 구조	[12정보04-05]	VI-04, VI-06, VI-09	3
			[12정보04-06]	해당 없음	-
		배열	[12정보04-07]	VI-03, VI-08	2
		함수	[12정보04-08]	VI-12	1
		프로그래밍 응용	[12정보04-09]	해당 없음	-
[12정보04-10]	해당 없음		-		
컴퓨팅 시스템	운영체제 역할	[12정보05-01]	해당 없음	-	
	네트워크 환경 설정	[12정보05-02]	VI-08	1	
	피지컬 컴퓨팅 구현	[12정보05-03]	해당 없음	-	
		[12정보05-04]	해당 없음	-	

<표 15> 최종분석 결과 - 고등학교 정보과학

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호)	문항 수
프로그래밍	변수와 상수	[12정과01-01]	해당 없음	-
	연산자	[12정과01-02]	해당 없음	-
	자료형	[12정과01-03]	해당 없음	-
	다차원 배열	[12정과01-04]	해당 없음	-
	순차, 선택, 반복 구조	[12정과01-05]	VI-04	1
	중첩 제어구조	[12정과01-06]	VI-04	1
	함수	[12정과01-07]	해당 없음	-
	변수의 영역	[12정과01-08]	해당 없음	-
자료처리	선형 자료구조	[12정과02-01]	VI-12	1
	비선형 자료구조	[12정과02-02]	VI-03, VI-05, VI-06, VI-08, VI-10	5
	자료의 정렬	[12정과02-03]	해당 없음	-
		[12정과02-04]	해당 없음	-
		[12정과02-05]	해당 없음	-
알고리즘	문제	[12정과03-01]	VI-02, VI-03, VI-04,	14

영역	내용 요소	성취 기준	연계 가능한 비버챌린지 2017 문제 (그룹-문제번호)	문항 수
	알고리즘 복잡도	[12정과03-02]	VI-05, VI-06, VI-07, VI-08, VI-09, VI-10, VI-11, VI-12, VI-13, VI-14, VI-15	
		[12정과03-03]	VI-11	1
		[12정과03-04]	VI-06	1
		[12정과03-05]	VI-02, VI-08, VI-13	3
		[12정과03-06]	해당 없음	-
		[12정과03-07]	VI-09	1
		[12정과03-08]	VI-11	1
		[12정과03-08]	VI-03, VI-06, VI-14	3
컴퓨팅 시스템	시뮬레이션 설계	[12정과04-01]	VI-08	1
	시뮬레이션 구현	[12정과04-02]	해당 없음	-
	피지컬 컴퓨팅 구성	[12정과04-03]	해당 없음	-
	피지컬 컴퓨팅 구현	[12정과04-04]	해당 없음	-
		[12정과04-04]	해당 없음	-

교육과정 성취기준을 바탕으로 분석한 결과 초등학교는 8개 성취기준에서 7개 성취기준이, 중학교는 17개 성취기준에서 16개 성취기준이, 고등학교는 29개 성취기준에서 15개 성취기준이, 정보과학과는 25개 성취기준 중에서 16개 성취기준이 비버챌린지 2017 문제와 연계가 가능한 것으로 분석되었다.

최종분석 결과, 연구진 내용분석 결과에서 삭제되거나 새롭게 추가된 문제가 있었으며, 그 세부 사항은 <표 16>, <표 17>과 같다.

<표 16> 최종분석 결과 추가된 문제

구분	성취기준	추가된 문제
초등학교 실과	[6실04-08]	III-01
	[9정02-03]	IV-01, IV-07, V-04, V-13, V-14
중학교 정보	[9정03-01]	IV-02, IV-14, V-05, V-11
	[9정04-03]	IV-14
	[12정보01-04]	VI-14
고등학교 정보	[12정보03-01]	VI-08
	[12정보05-02]	VI-08
고등학교 정보과학	[12정과02-02]	VI-03

삭제된 문제는 전문가 검토결과 타당성 척도 4 점(타당함) 미만의 문제로 초등학교 실과 5문제, 중학교 정보 6문제, 고등학교 정보 5문제, 고등학교 정보과학 5문제이다. 추가된 문제는 전문가 1

차 검토에서 추천된 문항 중 전문가 검토에서 타당성 척도 4점 이상으로 검증된 문제로 초등학교 실과 1문제, 중학교 정보 10문제, 고등학교 정보 3문제, 고등학교 정보과학 1문제이다.

비버챌린지 문제를 기준으로 분석한 결과 <표 18>과 같이 비버챌린지 2017 도전하기 40개 문제 전체가 2015 개정 교육과정의 소프트웨어 성취기준과 해당 학교급별로 연계가 가능한 것으로 분석되었다.

<표 17> 최종분석 결과 삭제된 문제

구분	성취기준	삭제된 문제
초등학교 실과	[6실04-09]	Ⅱ-04, Ⅲ-04, Ⅲ-11, Ⅲ-12
	[6실04-11]	Ⅱ-07
중학교 정보	[9정01-01]	Ⅳ-10
	[9정01-02]	V-13
	[9정02-02]	Ⅳ-14
	[9정04-01]	Ⅳ-12, V-05
고등학교 정보	[9정04-03]	V-04
	[12정보01-01]	Ⅵ-08
	[12정보04-01]	Ⅵ-04
	[12정보05-04]	Ⅵ-06
고등학교 정보과학	[12정보01-01]	Ⅵ-15
	[12정보01-02]	Ⅵ-11
	[12정보01-05]	Ⅵ-06
	[12정보02-02]	Ⅵ-01
고등학교 정보과학	[12정보02-05]	Ⅵ-01
	[12정보03-01]	Ⅵ-01
	[12정보03-05]	V-10

<표 18> 최종분석 결과 비버챌린지 문제 측면

비버챌린지 2017 문제 (가나다 순)	연계 가능한 2015 개정 교육과정 성취기준			
	초등학교 실과	중학교 정보	고등학교 정보	고등학교 정보과학
가나다라마 군도	×	[9정01-01] [9정02-03] [9정03-01] [9정03-02] [9정03-04] [9정05-01]		
강아지들 자리 바꾸기	[6실04-08]	[9정03-01] [9정03-03] [9정03-04] [9정05-01]		
강우량 분포		[9정02-02] [9정02-03] [9정03-02]		
고장이 난 물 공급 시스템			[12정보03-05] [12정보04-01]	
고층빌딩 아트		[9정03-03] [9정03-04] [9정04-01] [9정04-04] [9정05-01] [9정05-02]		
공 굴리기		[9정03-01] [9정03-02] [9정04-03]	[12정보03-03] [12정보04-08]	[12정보02-01] [12정보03-01]
관호들	[6실04-08]	[9정02-03]		

비버챌린지 2017 문제 (가나다 순)	연계 가능한 2015 개정 교육과정 성취기준			
	초등학교 실과	중학교 정보	고등학교 정보	고등학교 정보과학
		[9정03-02] [9정04-01] [9정04-02]		
기사 편집		[9정02-03] [9정03-01] [9정03-02] [9정03-03] [9정03-04]		
다섯 개의 젓가락	[6실04-08]			
다운로드 목록		[9정02-03] [9정03-02] [9정03-03] [9정03-04]		
댄스 배틀	[6실04-11]			
뎀 거주지의 터널		[9정02-03] [9정03-01] [9정03-02] [9정03-03] [9정03-04]	[12정보02-02] [12정보03-01] [12정보03-04]	[12정보02-02] [12정보03-01]
로터리 도시	×	[9정01-01] [9정02-03] [9정03-03] [9정03-04] [9정04-05]		
막대기와 방패	[6실04-08]	[9정03-01] [9정03-02] [9정03-04]		
미로 탈출		[9정03-01] [9정03-02] [9정03-03] [9정03-04] [9정04-01] [9정04-04]	[12정보03-04] [12정보04-05]	[12정보01-05] [12정보01-06] [12정보03-01]
벽 지우기	[6실04-08] [6실05-06]			
벽의 틈을 찾아라	[6실04-08] [6실04-09] [6실04-11]			
비버리아 피자 가게		[9정02-03] [9정03-01] [9정03-02] [9정03-03] [9정03-04]		
비버의 이름은?	[6실05-05]	[9정01-02] [9정02-01] [9정04-02]		
비브그래프			[12정보02-01] [12정보02-02] [12정보03-01] [12정보04-07] [12정보05-02]	[12정보02-02] [12정보03-01] [12정보04-01]
사탕 수집하기			[12정보03-04] [12정보04-07]	[12정보02-02] [12정보03-01] [12정보03-08]
새집	[6실04-08]			
숫자 인식			[12정보02-02] [12정보03-02] [12정보03-03]	[12정보03-01]
아라봇의 이동		[9정03-01] [9정03-03] [9정03-04] [9정04-02] [9정04-04] [9정05-01] [9정05-02]	[12정보03-04] [12정보04-05]	[12정보02-02] [12정보03-01] [12정보03-05] [12정보03-08]
아이콘 이미지 압축하기			[12정보02-01] [12정보04-05]	[12정보03-01]
알림 글 전달	[6실04-08] [6실04-10] [6실05-05]			

비버챌린지 2017 문제 (가나다 순)	연계 가능한 2015 개정 교육과정 성취기준			
	초등학교 실과	중학교 정보	고등학교 정보	고등학교 정보과학
암호를 풀어라			[12정보01-04] [12정보02-01] [12정보03-04]	[12정보03-01] [12정보03-08]
오타 수정		[9정보03-01] [9정보03-03] [9정보03-04] [9정보04-03]	[12정보03-01] [12정보04-02]	[12정보03-01]
웃어 주세요	[6실04-07] [6실04-08]			
이우시게 게임	[6실04-08]	[9정보03-01] [9정보03-02] [9정보03-03] [9정보03-04]		
자전거 타기는 재미있어		[9정보02-03] [9정보03-01]	[12정보02-02] [12정보03-03]	[12정보03-01]
점심 뭐 먹을까?		[9정보01-02] [9정보02-01] [9정보02-03] [9정보03-01] [9정보03-02]		
주차 공간	[6실04-08]			
최단 거리			[12정보03-01] [12정보03-04]	[12정보02-02] [12정보03-01]
침입자		[9정보01-01] [9정보02-03] [9정보03-02] [9정보03-03] [9정보03-04] [9정보04-05] [9정보05-01]		
탄산음료 가게		[9정보02-03] [9정보03-01] [9정보03-02] [9정보03-04]	[12정보02-02] [12정보03-04]	[12정보03-01]
팔이 하나인 비버	[6실04-08] [6실04-10]			
편집 거리		[9정보03-01] [9정보04-03]	[12정보03-01] [12정보03-04]	[12정보03-01] [12정보03-02] [12정보03-07]
할머니의 잼	[6실04-08]			
2진수 대문	[6실04-08]			

위 분석결과를 보면 40개 문제 중에서 6개의 문항이 1개의 성취기준과 연계가 가능한 것으로 분석되었으며, 6개 문항이 2~3개의 성취기준과, 28개의 문항이 4개 이상의 성취기준과 연계가 가능한 것으로 분석되었다.

또한 19개 문항은 2개 이상의 학교급에서 소프트웨어 성취기준과 연계가 가능한 것으로 분석되었다.

이러한 연구 결과는 정용열 외(2017)의 연구에서 언급된 바와 같이 비버챌린지의 내용과 수준이 소프트웨어 교육과정에 적합하다는 것을 재확인하는 것이며[13], 실제 교수·학습 및 평가 과정의 설계를 위한 기초 자료로 활용될 수 있음을 뜻하는 것이다.

4.3 비버챌린지 활용 교수·학습 및 평가 방안

본 연구의 목적은 소프트웨어 교육을 위한 비버챌린지 활용 교수·학습 및 평가 방법을 탐색하는데 있다. 이를 위해 문헌연구 및 내용분석 연구의 결과를 바탕으로 소프트웨어 교육에 적합한 교수·학습 방법 및 평가 방법을 탐색하였다. 본 연구에서 제안하는 비버챌린지 활용 교수·학습 및 평가 방법은 <표 19>와 같다.

<표 19> 비버챌린지 활용 교수·학습 및 평가 방법

구분		피아제의 구성주의	페퍼트의 구성주의
교수 학습 방법	문제 중심 학습 (비버챌린지 문제 해결)	○	
	문제 중심 학습 (인터랙티브 문제 활용)		○
	프로젝트 기반 학습 (비버챌린지 문제 수정/개발, 프로그래밍)		○
	프로젝트 기반 학습 (구체적 사물이나 교구와 연계한 메이커 활동)		○
평가 방법	진단평가, 형성평가	○	
	컴퓨팅 사고력 측정도구 (총괄평가)	○	○

4.3.1 교수·학습 방법1 - 문제 중심 학습

첫 번째 제안하는 비버챌린지 활용 소프트웨어 교수·학습 방법은 문제 중심 학습(Problem Based Learning)을 바탕으로 하는 것이다.

문제 중심 학습을 바탕으로 한 첫 번째 방법은 성취기준과 연계되는 비버챌린지 문제를 기반으로 수업에서 이를 해결해보는 활동을 활용하는 것이다. 이론적 배경에서 논한 바와 같이 학생들은 문제를 해결하는 과정에서 인지적 갈등(cognitive conflict)을 겪게 되고, 문제 상황에 내재된 핵심적인 정보나 조건을 찾아 그것들 간의 관계를 분석하여 구조화하는 과정 및 문제 해결의 방법과 절차를 설계하고 적용하는 등의 동화(assimilation)와 조절(regulation)을 통해 문제를 해결함으로써 교육과정과 연계된 정보과학적 개념을 이해하고 컴퓨팅 사고력을 함양할 수 있다.

문제 중심 학습을 바탕으로 한 두 번째 방법은

상호작용(interactive) 유형의 비버챌린지 문제를 소프트웨어 수업의 활동으로 활용하는 것이다. 이러한 형태의 수업에서는 상호작용 유형의 문제를 이해하고 해결하기 위해 스스로 지식의 구성 과정을 가시적인 산출물로 구체화하고 이를 교정하는 과정을 수행하게 되며 그 과정에 대해서도 서로 공유함으로써 지식의 구성을 공고히 할 수 있다.

<표 20>과 <표 21>은 문제 중심 학습을 기반으로 비버챌린지의 ‘미로 탈출’ 문제(인터랙티브 문제)를 고등학교 정보과의 ‘[12정보03-04] 순차 구조, 선택 구조, 반복 구조 등의 제어 구조를 활용하여 논리적이고 효율적인 알고리즘을 설계한다.’ 성취기준을 달성하기 위한 교수·학습의 과정안과 활동지이다.

<표 20> 교수·학습 과정안 (문제 중심 학습)



학교 급	고	과목	정보
학습 주제	미로 탈출 알고리즘 설계(기초)		
학습 목표	미로를 탈출하는 과정에서 반복적인 패턴과 절차를 찾아 효율적인 프로그래밍으로 구현한다.		
성취기준	[12정보03-04] 순차 구조, 선택 구조, 반복 구조 등의 제어 구조를 활용하여 논리적이고 효율적인 알고리즘을 설계한다.		
학습단계 (시간)	교수·학습활동		자료 및 유의점
도입 (5')	[동기유발] 학습 주제와 목표 파악하기 • 복잡한 거리, 복잡한 건물 내부 사진보기 - 학습지의 미로 탈출 경로 찾기 - 가능한 다양한 경로 찾기		짝과 함께 제한 시간동안 수행한다. *활동지1
전개 (35')	[활동1] 각 경로에 대한 명령 절차 만들기 • 단위 명령으로 경로 이동 절차 표현하기 - 직진↑, 직진후좌회전↶, 직진후우회전↷ • 절차에서 반복되는 패턴 찾기 • 반복 패턴의 길이(명령 개수) 비교하기 [활동2] 인터랙티브 비버챌린지 문제를 활용하여 해결방법 구현하기 • [활동1]에서 반복 패턴이 가장 짧은 경로를 선택하여 프로그램으로 구현하기 • 패턴은 순차구조로 표현하고, 출발 지점에서 도착지점에 도착할 때까지 패턴을 반복시키기		짝끼리 한 팀이 되어 활동하도록 한다. 활동 내용을 학습지에 구체적으로 기록하도록 한다. *활동지2
정리 (10')	[정리] 학습 성찰하기 • 학습 과정에 대한 자기 평가를 실시하고 다른 팀과 프로그램 공유하기 [차시 학습 예고] 프로그램 개선하기 • 미로의 구조가 바뀌어도 항상 탈출할 수 있는 알고리즘으로 개선하기		*평가지

<표 21> 교수·학습 활동지 (문제 중심 학습)

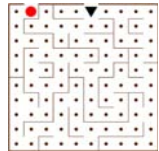
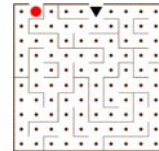
미로탈출 알고리즘 설계(기초) - 동기유발

()학년 ()반 ()번 이름 ()

※사람들은 어느 지점에서 다른 지점까지 이동할 때 가급적 가장 짧은 경로로 이동하려 한다. 또한 어떤 일을 직접 하거나 또는 그 일을 대신해주는 기계나 프로그램을 만들 때도 가급적 작업을 최대한 간단히 만들어 해결하려 한다. 문제를 해결하는 절차에서 반복적인 패턴을 찾고 효율적으로 자동화해보자.

1. 아래 두 미로는 똑같은 미로이다. 짝과 함께 서로 다른 두 가지 탈출 경로를 찾아 그려보자.

*그림 출처 : Bebras Korea (2017)

미로탈출 알고리즘 설계(기초) - 학습 활동

()학년 ()반 ()번 이름 ()

※선생님이 화면으로 제시한 ‘미로 탈출 문제’를 확인하고 학습 활동을 해보자(출처 : Bebras Korea (2017)).

1. 해결해야 하는 문제를 정의하고 해결 조건에 대해 정리해보자.

2. 동기유발 활동에서 구한 두 가지 미로 탈출 경로에 대해 다음 활동을 수행해보자.

가. 이동 절차를 세 가지 단위 명령만으로 표현하기
① 직진↑ ② 직진후좌회전↶ ③ 직진후우회전↷

<경로1>

<경로2>

나. 위의 이동 절차에서 반복되는 부분을 찾아 표시하기
다. 두 경로 중 반복되는 부분이 더 짧고, 해당 부분을 몇 번 반복함으로써 문제를 해결할 수 있는 경로 선택하기

3. 비버챌린지 인터랙티브 문항을 활용하여, 2번에서 생각한 내용을 코드로 작성해보자. (링크 생략)

가. 위의 2에서 선택한 경로 중 반복되는 부분을 구현하기
나. 도착지점에 도착할 때까지(조건) 위 내용을 반복시키기

<프로그램 코드>

<코드 설명>

미로탈출 알고리즘 설계(기초) - 학습 성찰

1. 자신과 짝의 역할에 대해 작성하시오.
2. 이 프로그램의 개선 아이디어를 작성하시오.
3. 다른 팀과 프로그램을 공유하고 느낀점을 작성하시오.

4.3.2 교수·학습 방법2 - 프로젝트 기반 학습

두 번째 제안하는 비버챌린지 활용 소프트웨어 교수·학습 방법은 프로젝트 기반 학습(Project Based Learning)을 바탕으로 하는 방법이다.

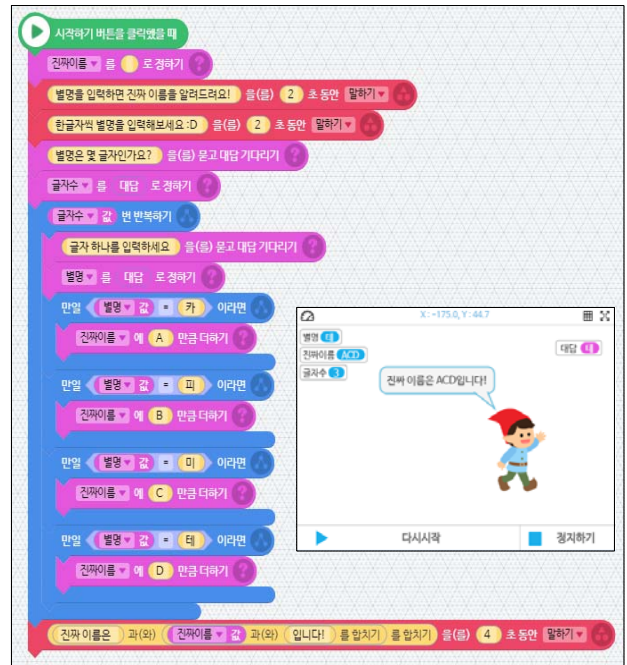
프로젝트 기반 학습을 바탕으로 한 첫 번째 방법은 비버챌린지 문제를 수정·창작, 프로그램으로 구현하는 것이다. 이러한 형태의 수업에서는 교육과정과 연계된 정보과학 개념이나 원리를 바탕으로 현재 제시된 비버챌린지 문제를 수정해 보거나, 직접 문제를 창작하면서 성취기준을 달성하기 위한 활동을 수행한다. 더 나아가 프로그래밍을 통해 문항의 내용과 관련된 가시적인 산출물을 제작하는 활동까지 수행할 수 있다.

<표 22>와 [그림 1]은 비버챌린지의 ‘비버의 이름은?’ 문제를 바탕으로 중학교 정보과의 ‘[09정 04-02] 다양한 형태의 자료를 입력 받아 처리하고 출력하기 위한 프로그램을 작성한다.’ 성취기준을 달성하기 위한 교수·학습의 과정안과, 수업 활동을 통해 블록 프로그래밍 언어로 제작한 프로그램 산출물이다.

<표 22> 교수·학습 과정안 (프로젝트 기반)

학교 급	중	과목	정보
학습 주제	비버의 이름을 찾아주세요!		
학습 목표	한글문자를 입력하면 정해진 규칙에 따라 영문자가 출력되는 프로그램을 만들 수 있다.		
성취기준	[09정-04-02] 다양한 형태의 자료를 입력 받아 처리하고 출력하기 위한 프로그램을 작성한다.		
학습단계 (시간)	교수·학습활동		자료 및 유의점
도입 (5')	[동기유발] • 문자 코드 안내 하기 - 유니코드로 작성한 문구와 유니코드에 해당하는 문자 표 일부 제시 - 유니코드로 작성한 문구 해독해보기		*PPT
전개 (80')	[활동1] 문제 수정방향 설정 및 활동 계획하기 • ‘비버의 이름은?’ 문제 확인하기 • 문제 수정방향 설정 및 활동 계획하기 [활동1] 문제 수정하기 • 모듈별로 설정한 수정방향에 따라 문제를 수정하기 • 수정된 결과를 간단히 발표하기 [활동2] 알고리즘 설계하기 • 모듈별로 수정된 ‘비버의 이름은?’ 문제를 해결하는 알고리즘 분석하기		*활동지 1 설계한 알고리즘을 바탕으로

	- 문제 해결 과정을 단계별로 나누어 알고리즘으로 표현해보기 [활동3] 프로그램 제작하기 • ‘비버 이름 찾기’ 프로그램 제작 - ‘비버의 이름은?’ 문제에 나타난 규칙에 따른 프로그램 제작하기 [활동4] 모듈별 결과물 공유하기 - 제작된 프로그램을 발표하기 - 동료평가하기	조건문과 반복문을 자연스럽게 익힐 수 있도록 유도한다. *활동지 2
정리 (5')	[정리] • 활동 되돌아보기 • 차시 예고 - 자신만의 문자 변환 규칙을 정하고, 이에 따른 ‘이름 찾기’ 프로그램 제작하기	*평가지 1
		*평가지 2



[그림 1] 프로그램 산출물

프로젝트 기반 학습을 바탕으로 한 두 번째 방법은 성취기준과 연계된 비버챌린지 문제를 출발점으로 하여, 구체적 사물이나 교구를 통해 물리적 결과물을 제작하는 메이커 활동을 활용하는 것이다. [그림 2]는 비버챌린지의 ‘고층빌딩 아트’ 문제를 바탕으로 중학교 정보과의 ‘[09정05-02] 센서를 이용한 자료 처리 및 동작 제어 프로그램’을 구현한다.’ 성취기준을 달성하기 위한 수업의 메이커 활동 사례이다.



[그림 2] 메이커 활동 사례

4.3.3 평가 방법1 - 진단평가, 형성평가

수업에서 시행되는 평가는 시기 및 목적에 따라 진단평가, 형성평가, 총괄평가로 분류할 수 있는데, 비버챌린지 문제 자체를 소프트웨어 수업에서 다양한 평가의 형태로 활용할 수 있다.

이 중 진단평가는 수업 전·중에 실시하는 평가로, 사전 지식 확인 및 학습자의 특성/수준을 파악하여 이에 맞는 수업 전략이나 학습과제를 제시하기 위해 실시하는 평가이다. 또한 형성평가는 수업 중·후에 실시하는 평가로, 학생들의 성취기준 달성 정도를 파악하여 개별적인 피드백을 제공하고 교수·학습을 개선하기 위한 목적으로 실시하는 평가이다.

따라서 비버챌린지 문제 자체를 연계된 소프트웨어 성취기준에 대한 진단평가, 형성평가로서 활용이 가능하다.

<표 23>과 <표 24>는 비버챌린지 ‘웃어주세요’ 문제를 초등학교의 ‘[6실04-18] 절차적 사고에 의한 문제 해결의 순서를 생각하고 적용한다.’를

구현한 수업에서 성취기준 달성 여부를 확인하기 위한 형성평가로 활용한 예이다.

<표 23> 교수·학습 과정안 (형성평가 활용)

학교 급	초	과목	실과
학습 주제	문제를 단계별로 해결하기		
학습 목표	일상의 문제를 절차적으로 해결해 봄시다.		
성취기준	[06실04-08] 절차적 사고에 의한 문제 해결의 순서를 생각하고 적용한다		
학습단계 (시간)	교수·학습활동		자료 및 유의점
도입 (5')	[동기유발] 영상을 통해 생각 열기 <ul style="list-style-type: none"> 어린이날의 놀이공원 모습 영상보기 주어진 상황에서 발생한 문제점 찾아보기 		영상을 보며 문제점을 찾아본다.
전개 (25')	[활동1] 놀이공원 이용 계획 세우기 <ul style="list-style-type: none"> 해결할 문제가 무엇인지 알아보기 문제를 해결하기 위해 필요한 정보 찾아보기 놀이공원 이용 구역을 크게 나누어 보고, 각 구역에서의 활동계획을 순서대로 나열하기 [활동2] 놀이공원 이용 계획 공유하기 <ul style="list-style-type: none"> 모둠별로 놀이공원 이용 계획을 발표하기 다른 모듬의 놀이공원 이용 계획과 우리 모듬의 계획을 비교해보기 		절차적 사고의 과정을 적용하도록 지도한다.
정리 (10')	[정리] 학습내용 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> 놀이공원 이용 계획 세우기 문제에 적용한 절차적 사고의 의미 정리하기 형성평가 - 절차적 사고를 활용하여 <웃어보세요> 문제 해결하기 [차시예고] 기초 프로그래밍하기 		*형성평가지

<표 24> 평가지 (형성평가)

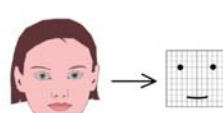
형성평가지 (절차적 사고를 활용하여 문제 해결하기)

()학년 ()반 ()번 이름 ()

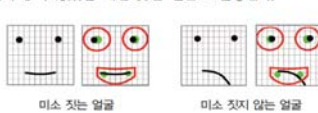
※ 다음을 읽고 제시된 문제를 해결해 보세요.

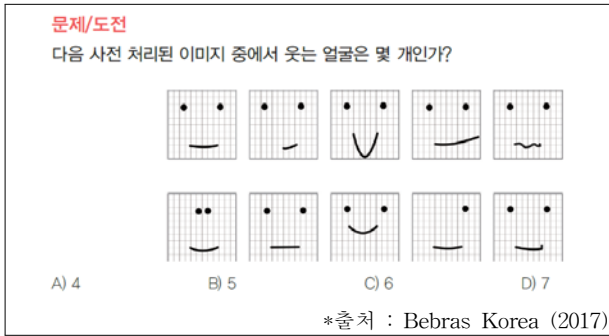
문제의 배경
 비버는 카메라 이미지에서 웃는 얼굴을 감지하는 시스템을 개발했다. 그것은 두 단계로 작동한다.

1) 사전 처리: 얼굴 이미지를 눈과 입의 위치를 나타내는 두 개의 점과 선으로 이루어진 미소검사 얼굴 모델로 바꾼다.



2) 미소 감지: 미소검사 얼굴 모델은 빨간색 선과 네 개의 녹색 점으로 이루어진 모형을 이용해 검사된다. 미소검사 얼굴 모델의 점과 선이 모두 모형의 녹색 점에 닿아 있고, 선의 모형이 빨간색 선에 닿지 않았을 때만 웃는 얼굴로 인정된다.





4.3.4 평가 방법2 - 총괄평가(컴퓨팅 사고력 측정 도구)

총괄평가는 교과목 전체 혹은 해당 범위와 관련하여 장기간에 걸친 학업 성취가 어느 정도 달성되었는지를 총합적으로 판단하기 위해 실시하는 평가이다.

이러한 총괄평가로서 비버챌린지는 컴퓨팅 사고력 측정도구로 활용할 수 있다. 비버챌린지가

정보과학에 대한 학습 동기를 유발하고, 컴퓨팅 사고력을 함양하기 위한 목적으로 개발된 문제 해결 기반의 평가 모델이기에, 많은 연구자들은 컴퓨팅 사고력에 관한 평가 도구로서 비버챌린지를 활용하고 있기도 하다.

그러나 적지 않은 연구자들이 비버챌린지를 컴퓨팅 사고력 측정도구로 활용할 때 기본적인 문제 분석이나 채점 기준 등에 관한 고려 없이 활용하는 경우를 많이 관찰할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 비버챌린지를 컴퓨팅 사고력 측정도구로 활용할 경우 유의해야 할 사항을 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 비버챌린지 문제의 기본 정보를 확인한다 (3.1절 <표 5> 참고). 비버챌린지 문제의 기본 정보에는 영역, 해당 그룹 및 난이도 등이 표시되어 있으므로, 활용 목적 및 대상에 따라 선택할 수 있는 문제들을 확인할 수 있다.

둘째, 교육과정과 연계할 경우 실제 연계된 문

<표 25> 총괄평가 이원목적분류표 예시

평가 일시 : 0000년 00월 00일 0교시												
총 문제수 10, 총점 93점				선택형 7문제 (63점), 실습형(인터랙티브) 3문제 (30점)								
문제 번호	내용 요소	성취기준	문제	문제 형태	행동영역			난이도			배점	정답
					분석	종합	평가	상	중	하		
1	문제이해	[9정03-01] 실생활 문제 상황에서 문제의 현재 상태, 목표 상태를 이해하고 목표 상태에 도달하기 위해 수행해야 할 작업을 분석한다.	강아지들 자리 바꾸기	선택형	○					○	6	(생략)
2	핵심요소 추출	[9정03-02] 문제해결에 필요한 요소와 불필요한 요소를 분류한다.	막대기와 방패	실습형		○				○	9	(생략)
3	알고리즘 이해	[9정03-03] 논리적인 문제해결 절차인 알고리즘의 의미와 중요성을 이해하고 실생활 문제의 해결과정을 알고리즘으로 구상한다.	로터리 도시	선택형		○				○	9	(생략)
4	알고리즘 표현	[9정03-04] 문제해결을 위한 다양한 방법과 절차를 탐색하고 명확하게 표현한다.	고층빌딩 아트	선택형			○	○			12	(생략)
5	입력과 출력	[9정04-01] 사용할 프로그래밍 언어의 개발환경 및 특성을 이해한다.	비버의 이름은?	선택형	○					○	6	(생략)
6		[9정04-02] 다양한 형태의 자료를 입력받아 처리하고 출력하기 위한 프로그램을 작성한다.	괄호들	선택형	○					○	6	(생략)
7	변수와 연산	[9정04-03] 변수의 개념을 이해하고 변수와 연산자를 활용한 프로그램을 작성한다.	오타수정	선택형			○	○			12	(생략)
8	제어구조	[9정04-04] 순차, 선택 반복의 개념과 원리를 이해하고, 세 가지 구조를 활용한 프로그램을 작성한다.	미로탈출	실습형		○				○	9	(생략)
9			아라봇의 이동	실습형			○	○				12
10	프로그래밍 응용	[9정04-05] 실생활 문제해결을 위한 소프트웨어를 설계, 개발, 비교·분석한다.	침입자	선택형			○	○			12	(생략)
총점											93	-

제를 선택한다(4.2절 <표 12>~<표 15> 참고). 이를 통해, 연구의 목적에 맞는 문제를 선택할 수 있다.

셋째로, 비버챌린지의 채점 기준을 준용한다. 비버챌린지는 정답, 무응답, 오답일 경우 난이도에 따라 다른 채점 기준을 적용하게 되며, 총점 계산 방식 및 결과도 이에 따라 달라진다. 또한 비버챌린지의 그룹별 문제 전체를 사용할 경우 선행 연구에서 제시된 비버챌린지 2017 초·중등 전체 응시 집단의 그룹별 사분위 점수를 활용한 비교 분석도 가능하다[15][16].

넷째로, 비버챌린지 문제 유형과 평가 환경을 고려한다. 비버챌린지는 선다형 및 인터랙티브 문제로 구성되며, CBT 환경을 바탕으로 한다. 선다형 문제는 PPT(Paper and Pencil Test) 방식도 가능하지만, 특히 인터랙티브 문제는 CBT 환경에 종속적임을 유의하여 활용해야 한다.

<표 25>는 이러한 유의사항을 고려하여 제작한 컴퓨팅 사고력 측정도구로서 비버챌린지를 활용한 총괄평가의 이원목적분류표 예시이다. 컴퓨팅 사고력 측정도구로서의 사례를 제시하는데 정보 교과와 내용요소 및 성취기준이 있는 사례를 제시한 이유는 정보교과와 목표가 컴퓨팅 사고력을 함양하는 것이고, 평가에서도 이를 기반으로 평가 항목을 구체화 하도록 그 방향을 제시하고 있기 때문이다[11]. 또한 본 이원목적분류표에서 행동영역은 블룸의 교육목표 분류법(taxonomy of educational objectives)중 4~6단계를 반영하였는데[38][39], 이는 비버챌린지의 특성상 지식, 이해, 적용 수준보다 상위 수준의 정신기능을 활용하게 되기 때문이다. 본 평가의 대상은 중학교 정보 교과(문제해결과 프로그래밍 영역)를 배우는 학생이며, 평가 목적은 학생들의 알고리즘과 프로그래밍(ALP) 역량을 측정하기 위함이다.

5. 결론 및 제언

5.1 결론

본 연구에서는 최근 국내외에서 SW교육 분야의 새로운 교수·학습 및 평가 모델로서 주목받고 있는 비버챌린지의 문제(tasks)를 2015 개정 교육

과정 상의 소프트웨어 성취기준을 기준으로 분석하고, 이를 학교 현장의 소프트웨어 교수·학습 및 평가에 실제적으로 적용할 수 있는 방법을 제안하고자 하였다.

연구 결과 비버챌린지 2017 도전하기 문제 전체가 2015 개정 교육과정의 소프트웨어 성취기준과 연계가 가능한 것으로 분석이 되었으며, 성취기준 측면에서도 비버챌린지 문제가 초등학교에서는 7개, 중학교 정보과에서는 16개, 고등학교 정보과에서는 15개, 고등학교 정보과학과에서는 16개 성취기준과 연계가 가능한 것으로 분석되었다.

이러한 분석 결과를 토대로 문제 중심 학습, 프로젝트 학습 기반의 비버챌린지 활용 소프트웨어 교수·학습 방법 및 진단평가, 형성평가, 총괄평가에 적용할 수 있는 방법과 사례를 제안하였다. 또한 총괄평가(컴퓨팅 사고력 측정도구)로 비버챌린지가 활용되는 경우의 유의 사항을 안내하여 현장 교사 및 연구자들이 이를 활용하는데 도움을 주고자 하였다.

5.2 제언

본 연구를 통해 제언하고자 하는 바는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 제시한 교수·학습방법의 사례 외에도 비버챌린지 문제 속의 상황을 물리적 상황으로 전환시켜 교수·학습 환경을 구성하거나, 문제 속에 포함된 정보과학 개념과 지식을 언플러그드 컴퓨팅(unplugged Computing) 활동과 연계하도록 하는 등 다양한 형태의 교수·학습 설계가 가능할 수 있다. 하지만, 비버챌린지의 이론적 기반인 구성주의 철학 및 그 특징(2.2절의 <표 4> 참고)을 토대로 교수·학습 및 평가 방법과 사례를 제안하는 것이 비버챌린지만의 고유성을 잘 구현한 교수·학습 및 평가 방법이라고 판단하여 언플러그드 컴퓨팅과 연계한 방법이나 사례는 본 연구의 결과에 포함하지 않았다. 그러나 위와 같은 방법도 궁극적으로는 소프트웨어 교육의 교수·학습 방법으로 활용할 수 있을 것이라 본다.

둘째, 본 연구에서 제시한 평가방법인 진단평가, 형성평가, 총괄평가에서 비버챌린지를 활용하

는 방법과 전략은 전통적인 평가의 관점에서도 나름의 의미를 가질 것이다. 그러나 2015 개정 교육과정의 학생참여형 수업과 과정중심 평가를 강조하고 있고, 정용열 외(2017)의 연구에서도 비버챌린지 문제를 활용하여 수업 일체형 평가의 가능성이 언급된 점에 주목하여, 비버챌린지를 활용한 문제 중심 학습 또는 프로젝트 기반 학습의 과정 중에 관찰평가, 자기평가, 동료평가 등을 바탕으로 교육 평가가 이루어질 수 있도록 하는 것이 바람직할 것이다.

셋째, 본 연구에서 분석된 결과를 토대로 다음과 같은 후속연구를 진행할 수 있을 것이다.

1. 교육과정과 연계되지 되지 못한 문항(초등학교 문항) 분석
2. 한 성취기준에 연계되는 여러 문항들의 공통점 분석
3. 단일 문항으로 여러 성취기준에 적용되는 문항의 특성 분석
4. 비버챌린지를 활용한 소프트웨어 교수·학습 모델 개발
5. 비버챌린지를 활용한 과정중심 평가 모델 및 루브릭 개발

본 연구가 비버챌린지를 활용한 소프트웨어 교육에서의 다양한 교수·학습 및 평가 사례 개발의 기초 자료로 활용될 것이라고 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 클라우드 슈밥 (2016). **제4차 산업혁명**. 서울: 새로운현재.
- [2] 미래창조과학부 (2016). **4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책**.
- [3] 교육부 (2015). **SW중심사회를 위한 인재양성추진계획**.
- [4] 정용열, 이영준 (2017). 정보 교육이 과학교 학생들의 진로 개척 능력에 미치는 영향. **컴퓨터교육학회논문지**, 20(3), 13-23.
- [5] 정영수 (1981). 교육의 기회균등에 관한 사회학적 고찰. **대학원논문집**, 8(1), 317-331.
- [6] 강태중 (2011). 교육사회학의 기원과 변천에 대한 역사 서술의 재검토. **교육사회학연구**, 21(4), 1-27.
- [7] 교육부 (2015). **SW중심사회를 위한 인재양성추진계획**.
- [8] 교육부 (2015). **2015 개정 교육과정 총론**. 교육부 고시 제2015-74호, 별책 1.
- [9] 한혜정 외 (2015). **2015 개정 교육과정 총론 해설서 (중·고등학교) 개발 연구**. 한국교육과정평가원.
- [10] 교육부 (2015). **소프트웨어 교육 운영 지침**.
- [11] 교육부 (2015). **2015 개정 교육과정 정보과 교육과정**. 교육부 고시 제2015-74호, 별책 10.
- [12] 조상식 (2018). '제4차 산업혁명'과 미래 교육의 과제. **미디어와 교육**, 6(2), 152-185.
- [13] 정용열, 이영준 (2017). 정보 교육에서 비버챌린지(Bebras Challenge)의 활용 가능성과 향후 과제. **컴퓨터교육학회논문지**, 20(5), 1-14.
- [14] 과학기술정보통신부 (2018). **2018 소프트웨어교육 핵심교원[중등] 하계과정 연수 실시**. 보도자료(2018.7.07.).
- [15] 정용열, 김학인, 이민혁, 이현아, 안성진 (2018). 비버 챌린지 2017에 나타난 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 요인 연구. **컴퓨터교육학회논문지**, 21(3), 21-33.
- [16] 전수진, 전용주, 김슬기, 김도용, 정인기 (2018). 비버 챌린지 2017을 통한 초등학생들의 컴퓨팅 사고 수준 분석. **정보교육학회논문지**, 22(3), 1-14.
- [17] 교육부, 한국교육학술정보원 (2017). **학교로 찾아가는 소프트웨어(SW) 교육 연수**.
- [18] Bebras Korea, 김동윤 (2018). **비버챌린지 I**. 경기: 생능출판사.
- [19] Dagiene, V., & Futschek, G. (2008). Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks. *International Conference on Informatics in Secondary Schools-Evolution and Perspectives*, 19-30.
- [20] 김동윤 (2017). Bebras 소개 및 향후 추진 방안. **제1회 정보과학교육연합 학술대회**.
- [21] Bebras Challenge (2018). What is a Bebras task. <https://www.bebas.org/>

- [22] 김은지, 이태욱 (2018). 컴퓨팅 사고력 평가 도구로써 비버 챌린지 문항 분석: 문항반응 이론을 기반으로. **한국컴퓨터교육학회 학술 발표대회논문집**, 22(1), 107-110.
- [23] 김은지, 이태욱 (2018). 컴퓨팅 사고력 평가 도구로써 비버 챌린지 2017 신뢰도 분석 : 한국 그룹 III를 중심으로. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 22(2), 103-106.
- [24] Dagiene, V., & Futschek, G. (2010). Knowledge construction in the Bebras problem solving contest. *Constructionism: Theory, Practice and Impact*, 678-680.
- [25] Vanicek J. (2018). Concept-building Oriented Programming Education. *Proceeding of Constructionism 2018*, 477-485.
- [26] Short Tasks - Big Ideas: Constructive Approach for Learning and Teaching of Informatics Concepts in Primary Education. *Proceeding of Constructionism 2018*, 152-162.
- [27] 김영복 (2008). 구성주의 수업의 가치와 한계. **교육연구**, 22, 81-104.
- [28] 류희찬, 조완영 (1994). 수학교육의 수업 원리로서의 반영적 추상화. **수학교육학연구**, 4(1), 237-253.
- [29] Dagiene, V., & Futschek, G. (2008). *Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks. Informatics Education-Supporting Computational Thinking*. Springer Berlin Heidelberg, 19-30.
- [30] 우정호, 홍진곤 (1999). 반영적 추상화와 조작적 수학 학습-지도. **수학교육학연구**, 9(2), 383-404.
- [31] Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.
- [32] 최정원, 이영준 (2014). 프로그래밍 학습 능력 향상을 위한 교육 프로그램 개발 방향. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 18(2), 191-193.
- [33] Invent To Learn (2018). Constructionism: Papert's 8 Big Ideas, <https://inventtolearn.com/constructionism/>
- [34] Fraser, N. (2015). Ten things we've learned from Blockly. In *Blocks and Beyond Workshop (Blocks and Beyond)*, 2015 IEEE, 49-50.
- [35] Dagiene, V., & Stupuriene, G. (2016). Bebras - a sustainable community building model for the concept based learning of informatics and computational thinking. *Informatics in Education-An International Journal*, 15(1), 25-44.
- [36] Teachers' Constructionist and Deconstructionist Learning by Creating Bebras Tasks. In *Conference of Constructionism 2016*, 257-264.
- [37] Jack R. F., Norman E. W., & Helen H. H. (2010). *How to Design and Evaluate Research in Education - EIGHTH EDITION*. NY: McGraw-Hill.
- [38] Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Education Objectives, handbook I : cognitive domain*. Longman.
- [39] Krathwohl, D. R. (2002). A revision Bloom's taxonomy : an overview. *Theory into Practice*, 212-218.

전 용 주



2005 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학 학사)
2014 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학 석사)
2017 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학 박사)
2018~현재 안동대학교 컴퓨터교육과 조교수
관심분야: 컴퓨터교과교육, 정보영재교육, 비버챌린지, 컴퓨팅 사고력, 웹 프로그래밍

E-Mail: yyongju@anu.ac.kr

김 지 혜



2001 충북대학교
컴퓨터교육과(이학사)
2016~현재 한국교원대학교
컴퓨터교육과 석사과정

2001~2017 제천상고, 흥덕고 정보 교사
2018~현재 충북고등학교 정보 교사
관심분야: 정보과학 교육, 비버챌린지, 웹 프로그래밍
E-Mail: anaki@cbe.go.kr

정 응 열



2003 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학 학사)
2009 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학 석사)

2015~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
2003~2011 분당중앙고, 장호원고 정보 교사
2011~2016 경기북과학고 정보 교사
2017~현재 일산국제컨벤션고 정보 교사
관심분야: 정보과학 교육, 융합 교육, 비버챌린지, 교사 교육 및 국제 협력

E-Mail: purnagi@gmail.com

이 현 아



2012 성균관대학교
컴퓨터교육과, 수학교육과
(교육학 학사)

2015~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 석사과정
2014~현재 도담중학교 정보 교사
관심분야: 정보과학교육, 정보영재교육, 융합교육, 교수학습방법, 비버챌린지

E-Mail: lovelyee824@gmail.com

김 인 주



2010 공주교육대학교
컴퓨터교육과(교육학 학사)
2017 공주교육대학교
수학영재교육과(교육학 석사)

2017~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
2011~현재 대전동광초등학교 교사
관심분야: 정보과학교육, CT, 비버챌린지

E-Mail: bluedaisy.cs@gmail.com

김 동 윤



1974 서울대학교 수학과(이학사)
1976 KAIST전산학과(이학석사)
1985 (미)MIT 응용수학(Ph.D)
1976 ~ 1991 국방과학연구소

1991~현재 아주대 소프트웨어학과 명예교수
2005~2008 국제정보처리연합 부회장
2006~2006 한국정보과학회장
2008~2010 한국정보올림피아드 추진위원장
2015~현재 서울어코드 의장
2016~현재 Bebras Korea 대표
관심분야: 컴퓨터비전, 알고리즘, 컴퓨터교육정책, 비버챌린지

E-Mail: dykim@ajou.ac.kr