

비버 챌린지 2017에서 나타난 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 요인 연구

정웅열[†] · 김학인^{††} · 이민혁^{†††} · 이현아^{††††} · 안성진^{†††††}

요 약

2015 개정 교육과정은 국가·사회적 요구에 따라 소프트웨어 교육의 강화를 개정 중점 사항으로 설정하고, 컴퓨팅 사고력의 함양을 강조하고 있다. 따라서 컴퓨팅 사고력 함양을 위한 다양한 교수·학습 및 평가 방법에 관한 연구는 물론, 컴퓨팅 사고력 함양에 영향을 미치는 요인들에 대한 분석이 필요하다. 본 연구에서는 비버챌린지 2017 문항 및 응시 결과에서 나타난 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력 수준을 분석하고, 평가 요소, 성별, 지역 등 다양한 요인에 따른 차이를 밝히고자 하였다. 본 연구 결과는 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력 함양 교육에 있어서 고려해야 할 요인들을 이해하고, 컴퓨팅 사고력 평가 도구로서의 비버챌린지 개선 방향에 대한 시사점을 제시하는데 의의가 있다.

주제어 : 비버챌린지, 정보 교육, 컴퓨팅 사고력, 요인 연구

A Study on the Factors Influencing Computational Thinking Ability of Secondary School Students in Bebras Challenge 2017

Ungyeol Jung[†] · Hakin Kim^{††} · Min Hyuk Lee^{†††} · HyeonAh Lee^{††††} · Seongjin Ahn^{†††††}

ABSTRACT

The 2015 revised national curriculum emphasizes software education according to national and social needs for the development of computational thinking. Therefore, it is necessary to analyze meaningful factors influencing the development of computational thinking ability, as well as researches on various teaching, learning and evaluation methods. The purpose of this study is to analyze secondary school students' computational thinking ability in the Bebras challenge 2017 tasks and the participants' results of the challenge, and to figure out the differences according to factors such as evaluation area, gender, and region. The results of this study are meaningful to understand the factors for the development of computational thinking and to suggest directions for the improvement of Bebras challenge as a evaluation tool for computational thinking ability.

Keywords : Bebras Challenge, Informatics Education, Computational Thinking, Factor Research

† 중신회원: 일산국제컨벤션고등학교 교사
†† 정 회 원: 영동고등학교 교사
††††† 중신회원: 성균관대학교 컴퓨터교육과 교수

†† 정 회 원: 한성과학고등학교 교사(교신저자)
†††† 정 회 원: 도담중학교 교사

논문접수: 2018년 4월 25일, 심사완료: 2018년 5월 29일, 게재확정: 2018년 5월 30일

* 본 논문은 2018년 Bebras Korea의 지원으로 수행되었음

1. 연구의 필요성 및 목적

2015 개정 교육과정의 주요 개정 배경은 창의·융합형 인재 양성을 위한 국가·사회적 요구를 반영하는데 있다. 이는 우리 사회가 교육의 변화를 이끌어낼 만큼 혁신적으로 변화하고 있음을 뜻한다. 특히 인공지능, 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 모바일 기술의 발전과 확장이 정치, 경제, 문화, 예술, 교육 등 사회 각 분야에 미치는 영향력은 국가의 미래를 위해 좌시할 수 없는 수준이기 때문이다[1][2][3].

이에 따라, 2015 개정 교육과정에서는 4차 산업혁명이 가져올 지능 정보 사회를 살아갈 학생들의 미래 역량을 강화하기 위해 컴퓨팅 사고력의 함양을 목표로 하는 소프트웨어(SW) 교육을 의무화하였다. 컴퓨팅 사고력(Computational thinking)은 구성주의 학자인 S. Papert(1991)에 의해 처음 사용되었으며, J. Wing(2006)에 의해 재정립되었다. 컴퓨팅 사고력의 개념과 구성 요소는 학자들마다 약간의 차이를 보이고 있으나, 대체로 ‘컴퓨터과학의 기본 개념 및 원리, 컴퓨팅 시스템을 활용하여 일상생활의 복잡한 문제를 창의적이고 효율적으로 해결하는 능력과 태도’로서 정의하고 있다[4].

한편, 2015 개정 교육과정에서 컴퓨팅 사고력을 처음 도입한 것은 아니다. 이미 지난 2009 개정 정보 교육과정을 통해 컴퓨팅 사고력이 교육 목표로서 포함되었다. 다만, 이는 중등학교에만 한정된 것이며, 선택 교과(군)에 편제된 정보 과목의 특성 상 보편 교육의 관점에서 이루어졌다고 보기는 어렵다. 또한, 당시에는 ‘Computational thinking’의 한글 표기에 대한 합의가 이루어지지 않아, 계산적 사고, 정보과학적 사고 등 다양한 용어가 혼용되었다. 그러나 이영준 외(2014)의 연구를 통해 컴퓨팅 사고력이라는 용어 표기가 제안되고, 교육부(2015)에 의해 컴퓨팅 사고력의 개념 및 구성 요소가 체계화된 2015 개정 정보 교육과정이 연구·개발되었다[5].

그러나 학생들의 컴퓨팅 사고력 함양을 위해 무엇을, 어떻게 가르치고 평가할 것인지에 대한 효율적인 정책 및 연구가 필요하다. 특히 컴퓨팅 사고력을 평가하기 위한 교육적 접근에 있어서

학령, 학교급, 평가영역, 평가유형 등에 있어서 타당하고 신뢰로운 도구의 개발·보급이 필요하다[6]. 또한, SW교육에 있어서 컴퓨팅 사고력의 차이를 유발하는 요인에는 무엇이 있는지에 대하여 선행 연구 결과를 바탕으로 체계적이고 지속적인 분석이 필요하다[7].

따라서 본 연구에서는 최근 국내외에서 컴퓨팅 사고력 평가 도구로서 주목받는 비버 챌린지의 2017년도 문항 및 비버 챌린지 2017의 응시 결과에서 나타난 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력 수준을 분석하고, 평가 영역, 성별, 지역 등 다양한 요인에 따른 차이를 밝히고자 하였다. 이러한 연구가 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력 함양 교육에 있어서 고려해야 할 요인들을 이해하고, 컴퓨팅 사고력 평가 도구로서의 비버 챌린지 개선 방향에 대한 시사점을 제시하는데 도움이 될 것이라고 기대하기 때문이다.

2. 비버 챌린지와 컴퓨팅 사고력

2.1 비버 챌린지의 평가 대상

비버 챌린지(Bebras Challenges)는 정보과학에 대한 학습 동기를 유발하고, 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)을 촉진하기 위한 목적으로 개발된 평가 모델이자 교육 혁신(initiative)이다. 2004년 리투아니아에서 시작되어, 2017년 기준 전 세계 61개국이 공식 회원국으로 참가하고 있다[8].

비버 챌린지는 성별, 지역, 사전 지식에 관계없이 누구나 참여하고 도전할 수 있는 과제(tasks)를 바탕으로 한다. 따라서 모든 과제들은 흥미롭고 친숙한 일상의 문제 상황을 포함하고 있으며, 참가자들은 문제 상황을 분석하고, 문제 해결 모델을 설계하는 추상화(abstraction)와 문제 해결 절차를 구상하고 적용하는 자동화(automation) 과정을 경험하게 된다[9][10].

비버 챌린지의 모든 과제들은 <표 1>과 같이 CSTA에서 발표한 K-12 교육과정 표준 체계(2017)에 맞는 평가 영역을 바탕으로 평가 요소를 추출한다[11].

<표 1> 비버 챌린지 평가 영역

약어	의미
ALP	Algorithm and Programming
DSR	Data, Data Structures, and Representations
CPH	Computer Processes and Hardware
COM	Communications and Networking
ISS	Interactions, Systems, and Society

한편, 비버 챌린지 과제는 공식 회원국의 공동 출제 및 공동 검토를 통해 개발되며, 공식 회원국들은 이렇게 개발된 과제를 선별하여 이용할 수 있는 권한을 얻는다. 따라서 비버 챌린지 문항은 국가마다 같을 수도 있고, 다를 수도 있다. 또한, 문항 출제 및 검토 과정에서 학생들의 연령과 수준을 고려하여 적절한 연령 그룹 및 난이도를 결정하게 된다[11][12].

<표 2> 한국 비버 챌린지 응시자의 그룹

학령	그룹명	난이도
초 1~2학년	그룹 I (Pre-Primary)	하(Easy) 중(Medium) 상(Hard)
초 3~4학년	그룹 II (Primary)	
초 5~6학년	그룹 III (Benjamins)	
중 1학년	그룹 IV (Cadets)	
중 2~3학년	그룹 V (Juniors)	
고 1~3학년	그룹 VI (Seniors)	

2.2 비버 챌린지의 평가 방식

비버 챌린지는 대부분의 회원국에서 매년 11월 초에 실시되며, 주로 컴퓨터와 인터넷 기반 평가(CBT: Computer Based Test, IBT: Internet Based Test)로 실시된다. 참가 학생들은 그룹별로 15개 내외의 과제를 해결해야 하며, 1개 과제 당 주어지는 시간은 3분이다. 문항 배점은 난이도에 따라 달라지며, <표 3>과 같이 정답일 경우에 가점하고, 오답일 경우에는 감점한다[11][13].

<표 3> 비버 챌린지 과제의 채점 방식

난이도	정답(배점)	오답	무응답
상(Hard)	+12점	-4점	0점
중(Medium)	+9점	-3점	0점
하(Easy)	+6점	-2점	0점

비버 챌린지의 문항은 <표 4>와 같이 선다형과 상호작용형으로 구성된다. 선다형 문항은 4개의 선택지 중 정답을 고르는 4지선다의 객관식 문항이며, 상호작용형 문항은 드래그&드롭 방식으로 알고리즘을 표현하거나 프로그램을 작성하여 과제를 해결하는 대화형 문항을 뜻한다[11][13].

<표 4> 비버 챌린지 문항 유형

문항 유형	표기
선다형	M (Multiple Choice Type)
상호작용형	I (Interactive Type)

3. 연구 내용 및 방법

3.1 연구 내용

본 연구에서는 비버 챌린지 2017의 문항 및 참가 학생들의 응시 결과 분석을 통해 중학교, 고등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력 수준을 진단하고, 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 요인을 밝히고자 하였다.

따라서 본 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 응시자의 그룹별, 문항별 응시 결과를 분석한다.

둘째, 문항의 평가영역, 난이도, 유형을 고려하여 응시자의 응시 결과를 분석한다.

셋째, 응시자의 성별, 소재지, 학교계열을 고려하여 응시 결과를 분석한다.

3.2 연구 대상

본 연구의 대상은 한국 비버 챌린지 2017에서 사용한 문항과 참가한 중등학생의 응시 결과이다.

비버 챌린지는 2017은 2017년도에 공식 회원국에서 실시된 비버 챌린지를 뜻하며, 우리나라에서는 한국정보과학교육연합회의 산하 기관인 한국 비버 챌린지 위원회(Bebras Informatics Korea)를 통해 11월 7일부터 11월 17일까지 2주간 실시되었다. 이를 ‘한국 비버 챌린지 2017’이라고 한다[13].

한국 비버 챌린지 2017은 학생들의 자율적인 참가를 원칙으로 하되, 학교 단위의 참가만을 허

용하고 정보 교사의 지도하에 실시되도록 하였다. 다음 <표 5>는 한국 비버 챌린지 2017에 참가한 중등학교 및 학생의 수이다.

<표 5> 참가 학교 및 학생 수

구분	중학교	고등학교	합계
학교	66	80	146
학생	2,740	3,266	6,006

한국 비버 챌린지 2017의 그룹별 참가 인원은 다음 <표 6>과 같다. 한국 비버 챌린지 위원회에서는 국내 정보 교육 상황을 고려하여 정보 교육 전문가로 구성된 운영위원(교수 7명, 교사 4명) 회의를 통해 그룹별 학령을 조정하였다.

<표 6> 그룹별 참가 학생 수 및 성별

구분	대상	남	여	합계
그룹Ⅳ	중1	1,136	645	1,881
그룹Ⅴ	중2-3	697	162	859
그룹Ⅵ	고1-3	2,313	953	3,266
계		4,146	1,860	6,006

한국 비버 챌린지 2017에 참가한 중등학교 학생들에게 제시된 문항은 총 30문항으로 <표 7>과 같다. 문항들은 공식 회원국이 공동 개발하여 구축한 문제 은행에서 선별하였다. 특히 국내에서 공식적으로 실시되는 첫 번째 비버 챌린지라는 점과 향후 국가간 비교·분석을 위해 독일, 스위스, 네덜란드, 오스트리아 등 해외 주요 국가와 협의를 통해 동일한 문항으로 선정하였다.

<표 7> 비버챌린지 2017 문항

제목	평가영역	평가 요소	유형
가나다라마 군도	DSR, COM	동적 자료 구조, 그래프	M
강아지들 자리바꾸기	ALP, DSR CPH	스왑, 내부/외부 메모리	M
강우량 분포	DSR, ALP ISS	최댓값, 정렬, 표, 그래프	M
고장이 난 물 공급 시스템	ALP, CPH ISS	오류 진단, 디버깅, 탐색	M
고층빌딩 아트	ALP, DSR ISS	조건, 순차실행, 명령	I
공 굴리기	DSR, ALP	스택	M
괄호들	ALP, DSR	반복, 괄호, 데이터 표현	M
기사 편집	DSR, CPH ALP	인터벌 그래프, 스케줄링, 표	M

제목	평가영역	평가 요소	유형
다운로드 목록	ISS, COM DSR	데이터 분석, 시스템 이해	M
맵 거주지의 터널	DSR, CPH ALP	그래프, 스케줄링	M
로터리 도시	ALP, DSR	명령어, 프로그램 실행	M
막대기와 방패	DSR, ALP	논리적 사고, 추론	I
미로 탈출	ALP, DSR	프로그래밍, 반복 구조	I
비버리아 피자가게	CPH, DSR ALP	스케줄링, 큐, 자원 관리	M
비버의 이름은?	DSR, ISS	문자열, 코드화, 복호화, 조합	M
비브로그램	COM, ISS DSR	소셜 네트워크, 시뮬레이션	M
사탕 수집하기	DSR, ALP	동적 프로그래밍	M
숫자 인식	ALP, DSR	인식 알고리즘, 선형 관계	I
아라봇의 이동	ALP, DSR ISS	동적계획법, 백트래킹	I
아이콘 이미지 압축하기	DSR, ALP	쿼드 트리, 이미지 압축	M
암호를 풀어라	ALP, DSR	변환, 문자, 숫자, 코드	I
오타 수정	ALP, DSR	텍스트 인코딩, 절차, 변수	M
이쑤시개 게임	ALP, DSR	게임 전략, 논리	M
차전거 타는 재미있어	DSR, ALP	문맥-자유 언어, 다이크 언어	M
점심 뭘먹을까?	DSR, ISS COM	다중 치환 암호, 시저 암호	M
최단 거리	ALP, COM ISS	그래프, 네트워크	M
침입자	ISS, COM DSR	지능형 보안 시스템, 상태	M
탄산음료 가게	ALP, DSR	최적화, 매칭, 자료 분석	M
편집 거리	ALP, COM ISS	편집 거리, 동적계획법	M

참가자들에게 제시된 문항은 기본적으로 그룹별로 상이하지만, 일부 문항의 경우 난이도를 달리하여 동일하게 적용하였다[11][13]. 그룹별로 총 15문항으로 난이도는 상, 중, 하 각 5문항씩이다. 다음 <표 8>은 그룹별 문항 정보이다.

<표 8> 그룹별 문항 및 난이도

제목	중1(그룹Ⅳ)	중2-3(그룹Ⅴ)	고1-3(그룹Ⅵ)
가나다라마 군도	중(medium)	하(easy)	
강아지들 자리바꾸기	하(easy)		
강우량 분포	중(medium)	하(easy)	
고장이 난 물 공급 시스템			하(easy)
고층빌딩 아트	상(hard)	중(medium)	
공 굴리기	상(hard)	중(medium)	중(medium)
팔호들	하(easy)		
기사 편집	하(easy)		
다운로드 목록		상(hard)	
댐 거주지의 터널		상(hard)	중(medium)
로터리 도시		하(easy)	
막대기와 방패	중(medium)	하(easy)	
미로 탈출		중(medium)	하(easy)
비버리아 피자가게	중(medium)		
비버의 이름은?	하(easy)		
비브라그램			하(easy)
사탕 수집하기			상(hard)
숫자 인식			상(hard)
아라봇의 이동		상(hard)	중(medium)
아이콘 이미지 압축하기			상(hard)
암호를 풀어라			상(hard)
오타 수정	상(hard)	중(medium)	하(easy)
이쑤시개 게임	하(easy)		
자전거 타기는 재미있어		상(hard)	중(medium)
점심 뭘먹을까?	중(medium)	하(easy)	
최단 거리			상(hard)
침입자	상(hard)		
탄산음료 가게	상(hard)	중(medium)	하(easy)
편집 거리		상(hard)	중(medium)
계	15	15	15

참가자들이 제출한 답안은 네덜란드 비버 챌린지 위원회에서 개발한 온라인 채점 시스템을 통해 채점되었으며, 한국 비버 챌린지 위원회에서는 응시자에게 문항별 채점 결과 및 총점을 제공하였다. 그러나 비버 챌린지의 취지와 목적을 고려하여 학생별 순위 및 석차 백분율은 제공하지 않았다[11].

<표 9> 그룹별 문항 수 및 총점

난이도	중1 (그룹Ⅳ)	중2-3 (그룹Ⅴ)	고1-3 (그룹Ⅵ)
상(hard)	5개 × 12점	5개 × 12점	5개 × 12점
중(medium)	5개 × 9점	5개 × 9점	5개 × 9점
하(easy)	5개 × 6점	5개 × 6점	5개 × 6점
계	135점	135점	135점

앞서 제시한 바와 같이 전체 참가자는 6,006명이었으나, 이 중 나이에 맞지 않는 그룹에 응시한 학생 132명은 연구 대상에서 제외하였다.

따라서 본 연구의 대상은 <표 10>과 같다.

<표 10> 그룹별 참가자

그룹 (학령)	전체 참가자	나이에 맞는 그룹에 응시 (나이에 맞지 않는 그룹에 응시)	
		수	비율
그룹Ⅳ (중1)	1,881	1,755 (126)	93.3 (6.7)
그룹Ⅴ (중2-3)	859	853 (6)	99.3 (0.7)
그룹Ⅵ (고1-3)	3,266	3,266 (0)	100 (0)
계	6,006	5,874 (132)	97.8 (2.2)

3.3 연구 방법

본 연구에서 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 요인을 연구한 방법은 다음과 같다.

첫째, 비버 챌린지 2017에서 사용한 문항 및 참가 학생들의 응시 결과에 대한 기술 통계 분석이다. 본 연구에서 사용한 기술 통계 분석 방법은 빈도 분석, 평균 분석, 사분위(qualitiles) 분석 등이다.

둘째, 문항에서 의도한 평가영역, 난이도, 문항 유형에 따라 응시 결과에 차이가 있는지를 알아보기 위한 추리 통계 분석이다. 또한, 참가 학생의 그룹(학령), 성별, 지역, 학교계열 등에 따라 응시 결과에 차이가 있는지를 알아보기 위한 추리 통계 분석을 실시하였다. 본 연구에서 사용한 추리 통계 방법은 t-검정, 일원분산분석(ANOVA, F-검정) 및 사후 검정이다.

4. 연구 결과

4.1 그룹별 응시 결과 분석

본 연구에서는 한국 비버 챌린지 2017에 참가한 응시자의 그룹별 응시 결과를 분석하였다. 그 결과는 다음 <표 11>과 같다. 이때, ‘점수’는 비버 챌린지 채점 방식에 따라 참가 학생이 거둔 컴퓨팅 사고력 성취도이며, ‘정답률’은 전체 문항 중 맞힌 문항의 비율을 뜻한다.

<표 11> 그룹별 응시 결과(기술통계)

그룹 (학령)	평균 점수 (총점:135)	평균 점수 사분위값 (Q1 / Q2 / Q3)	평균 정답률 (%)
그룹 IV (중1)	58.16	30 / 58 / 90	57.51
그룹 V (중2-3)	46.39	15 / 47 / 76	52.44
그룹 VI (고1-3)	49.74	23 / 51 / 75	52.90
계	51.77	23 / 52 / 79	54.28

비버 챌린지 2017 참가 학생들의 평균 점수는 51.77, 문항 평균 정답률은 54.28이고, 평균 점수의 사분위 값은 23(Q1), 52(Q2), 79(Q3)로 나타났다.

<표 12> 그룹별 응시 결과(F-검정)

그룹 (학령)	학생 수	평균 점수	표준편차
그룹 IV (중1)	1,755	58.16	38.70
그룹 V (중2-3)	853	46.39	37.88
그룹 VI (고1-3)	3,266	49.74	34.43
F		41.78	
p		.00*	

p* < .05

또한, 학생들의 그룹에 따라 성취도에 차이가 있는지 알아보기 위하여 일원분산분석을 실시한 결과는 위의 <표 12>와 같다.

그룹 IV(중1)에 응시한 학생들의 평균 점수는 58.16, 표준편차는 38.70이고, 그룹 V(중2-3)에 응시한 학생들의 평균 점수는 46.39, 표준편차는 37.88로 나타났다. 또한, 그룹 VI(고1-3)에 응시한 학생들의 평균 점수는 49.74, 표준편차는 34.43이었다.

그룹(학령)에 따른 평균 점수의 차이에 대한 일원분산분석 결과, F 통계값은 41.78이고 유의확률은 .00으로 나타났으며, 유의수준 .05에서 그룹별 평균 점수에 통계적으로 유의미(statistical significant)한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 실시한 사후비교분석(Scheffe) 결과는 <표 13>과 같다.

<표 13> 사후비교분석(Scheffe) 결과

비교집단	평균 점수차	표준오차	p
그룹 IV vs. 그룹 V	11.77	1.51	.00*
그룹 IV vs. 그룹 VI	8.42	1.07	.00*
그룹 V vs. 그룹 VI	-3.35	1.39	.06

p* < .05

이러한 결과는 ‘그룹 IV(중1) > 그룹 V(중2-3)’이고, ‘그룹 IV(중1) > 그룹 VI(고1-3)’에 대하여 통계적으로 유의미한 해석을 할 수 있음을 뜻한다.

4.2 문항별 응시 결과 분석

본 연구에서는 응시자의 문항별 응시 결과를 분석하였다. 단, 그룹별 참가자가 응시한 문항이 다르므로 그룹별로 통계 분석을 실시하였으며, 그 결과는 다음 <표 14>, <표 15>, <표 16>과 같다.

<표 14> 문항별 응시 결과(그룹 IV, 중1)

번호	제목	평균 점수	평균 정답률
1	괄호들	3.46	67.41
2	강아지들 자리 바꾸기	2.71	58.12
3	탄산음료 가게	4.61	52.59
4	비버리아 피자가게	-1.05	15.33
5	점심 뭐먹을까?	4.04	56.87
6	침입자	2.09	36.07
7	가나다라마 군도	3.75	55.61
8	비버의 이름은?	5.47	93.16

번호	제목	평균 점수	평균 정답률
9	강우량 분포	4.23	59.32
10	기사 편집	2.67	57.38
11	고층빌딩 아트	9.61	83.53
12	막대기와 방패	3.80	55.61
13	공 굴리기	5.28	56.81
14	오타 수정	4.19	49.57
15	이쑤시개 게임	3.30	65.3
계		3.88	57.51

그룹Ⅳ(중1)에 응시한 학생들의 전체 문항에 대한 평균 점수는 3.88이고, 평균 정답률은 57.51로 나타났다.

<표 15> 문항별 응시 결과(그룹Ⅴ, 중2-3)

번호	제목	평균 점수	평균 정답률
1	탄산음료 가게	4.89	64.24
2	미로 탈출	4.24	56.98
3	점심 뭐먹을까?	3.25	64.83
4	댐 거주지의 터널	-0.92	17.23
5	아라뱀의 이동	-0.84	15.71
6	가나다라마 군도	3.24	64.95
7	자전거 타기는 재미있어	1.33	30.01
8	강우량 분포	1.57	43.49
9	고층빌딩 아트	7.19	83.59
10	막대기와 방패	3.02	61.55
11	편집 거리	4.53	50.88
12	공 굴리기	5.09	66.47
13	다운로드 목록	0.96	28.49
14	로터리 도시	3.85	72.57
15	오타 수정	4.99	65.65
계		3.09	52.44

그룹Ⅴ에 응시한 중2-3 학생들의 전체 문항에 대한 평균 점수는 3.09이고, 평균 정답률은 52.44이었다.

<표 16> 문항별 응시 결과(그룹Ⅵ, 고1-3)

번호	제목	평균 점수	평균 정답률
1	고장이 난 물 공급 시스템	0.47	30.77
2	탄산음료 가게	4.59	81.87
3	사탕 수집하기	8.29	75.02
4	미로 탈출	3.90	70.58
5	댐 거주지의 터널	0.15	25.08
6	아라뱀의 이동	0.94	28.75
7	자전거 타기는 재미있어	0.71	27.71

번호	제목	평균 점수	평균 정답률
8	비브라그램	3.75	71.07
9	아이콘 이미지압축하기	6.04	60.32
10	최단 거리	0.27	25.02
11	편집 거리	5.34	68.19
12	공 굴리기	6.42	77.43
13	숫자 인식	-1.53	12.46
14	암호를 풀어라	6.00	59.95
15	오타 수정	4.41	79.33
계		3.31	52.90

그룹Ⅵ에 응시한 고등학교 학생들의 전체 문항에 대한 평균 점수는 3.31이고, 평균 정답률은 52.90으로 나타났다.

4.3 평가영역별 응시 결과 분석

본 연구에서는 평가영역에 따라 평균 정답률에 차이가 있는지를 확인하고자 응시자의 평가영역별 평균 정답률을 바탕으로 일원분산분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 17>과 같다.

<표 17> 평가영역별 응시 결과(전체 응시자)

평가영역	문항 개수	평균 정답률	표준편차
ALP	25	56.13	20.28
DSR	23	56.90	18.31
CPH	3	34.49	21.27
COM	3	63.38	10.92
ISS	5	50.94	18.89
F		1.14	
p		.35	

p* < .05

분석 결과, COM(Communications and Networking) 영역에 대한 평균 정답률 63.38로 가장 높게 나타났으며, CPH(Computer Processes and Hardware) 영역에 대한 평균 정답률이 34.49로 가장 낮게 나타났다.

그러나 일원분산분석에 따른 F 통계값은 1.14, 유의확률은 .35로 유의수준 .05에서 평가영역에 따라 전체 응시자의 정답률에는 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

4.4 난이도별 응시 결과 분석

본 연구에서는 문항 난이도에 따라 응시 결과에 차이가 있는지를 확인하고자 문항의 난이도별 정답률을 바탕으로 일원분산분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 18>과 같다.

<표 18> 난이도별 응시 결과(전체 응시자)

난이도	문항 개수	평균 정답률	표준편차
상	15	43.58	21.93
중	15	53.79	20.23
하	15	65.49	15.03
F	4.85		
p	.01*		

p* < .05

분석 결과, 난이도 ‘상’ 문항의 평균 정답률은 43.58, 표준편차는 21.93이고, 난이도 ‘중’ 문항의 평균 정답률은 53.79, 표준편차 20.23이었다. 또한, 난이도 ‘하’ 문항의 평균 정답률은 65.49, 표준편차 15.03로 나타났다.

난이도별 평균 정답률의 차이에 대한 F 통계값은 4.85, 유의확률은 .01로서 유의수준 .05에서 난이도에 따라 응시자의 정답률에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이러한 결과를 바탕으로 실시한 사후비교분석(Scheffe) 결과는 <표 19>와 같다.

<표 19> 사후비교분석(Scheffe) 결과

비교집단	평균차	표준오차	p
상 vs. 중	-10.21	7.04	.36
상 vs. 하	-21.91	7.04	.01*
중 vs. 하	-11.70	7.04	.26

p* < .05

이를 통해 ‘난이도 상 < 난이도 하’에 대하여 통계적으로 유의미한 해석을 할 수 있음을 뜻한다.

4.5 문항 유형별 응시 결과 분석

본 연구에서는 문항 유형에 따라 응시 결과에 차이가 있는지를 확인하고자 응시자의 문항 유형별 정답률을 바탕으로 두 독립표본 t-검정을 실시하였으며, 그 결과는 <표 20>과 같다.

<표 20> 문항 유형별 응시 결과(전체 응시자)

문항 유형	문항 개수	평균 정답률	표준편차
M(선다형)	35	54.69	19.75
I(상호작용형)	10	52.87	25.70
t	.24		
p	.81		

p* < .05

분석 결과, 문항 유형(M, 선다형)에 대한 응시자의 평균 정답률은 54.69, 표준편차는 19.75이고, 문항 유형(I, 상호작용형)에 대한 평균 정답률은 52.87, 표준편차는 25.70이었다.

문항 유형에 따라 정답률에 차이가 있는지에 대한 t 통계값은 .24, 유의확률은 .81로 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

4.6 성별에 따른 분석 결과

본 연구에서는 응시 학생의 성별에 따라 응시 결과에 차이가 있는지를 확인하고자 응시자의 점수를 바탕으로 두 독립표본 t-검정을 실시하였으며, 그 결과는 <표 21>과 같다.

<표 21> 성별에 따른 응시 결과(전체 응시자)

성별(사례수)	평균 점수	표준편차
남(4,063)	53.46	37.21
여(1,811)	47.99	34.61
t	5.31	
p	.00*	

p* < .05

분석 결과, 남학생들의 평균 점수는 53.46, 표준편차는 37.21이며, 여학생들의 평균 점수는 47.99, 표준편차는 34.61이었다.

성별에 따라 점수에 차이가 있는지에 대한 t 통계값은 5.31, 유의확률은 .00로서 유의수준 .05에서 성별에 따라 점수에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다.

또한, 그룹(학령)별로 학생들의 성별에 따른 점수 차이를 알아보기 위하여, 두 독립표본 t-검정을 실시하였으며, 그 결과는 <표 22>, <표 23>, <표 24>와 같다.

<표 22> 성별에 따른 응시 결과(그룹 IV)

성별(사례수)	평균 점수	표준편차
남(1,059)	59.26	39.77
여(696)	56.49	36.98
t	1.47	
p	.142	

p* < .05

분석 결과, 그룹IV(중1)에 응시한 남학생들의 평균 점수는 59.26, 표준편차는 39.77이며, 여학생들의 평균 점수는 56.49, 표준편차는 36.98이었다. 또한, t통계값은 1.47, 유의확률은 .142로서 유의수준 .05에서 성별에 따라 점수에 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

<표 23> 성별에 따른 응시 결과(그룹 V)

성별(사례수)	평균 점수	표준편차
남(691)	45.65	39.00
여(162)	49.57	32.61
t	-1.19	
p	.235	

p* < .05

분석 결과, 그룹V(중2-3)에 응시한 남학생들의 평균 점수는 45.65, 표준편차는 39.00이며, 여학생들의 평균 점수는 49.57, 표준편차는 32.61이었다. 또한, t통계값은 -1.19, 유의확률은 .235로서 유의수준 .05에서 성별에 따라 점수에 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

<표 24> 성별에 따른 응시 결과(그룹 VI)

성별(사례수)	평균 점수	표준편차
남(2,313)	53.13	34.95
여(959)	41.51	31.68
t	8.87	
p	.00*	

p* < .05

분석 결과, 그룹VI(고1-3)에 응시한 남학생들의 평균 점수는 53.13, 표준편차는 34.95이며, 여학생들의 평균 점수는 41.51, 표준편차는 31.68이었다. 성별에 따라 점수에 차이가 있는지에 대한 t통계값은 8.87, 유의확률은 .00로서 유의수준 .05에서 성별에 따라 점수에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다.

4.7 지역에 따른 분석 결과

본 연구에서는 응시자의 참가 학교의 소재지에 따라 점수에 차이가 있는지를 확인하고자 응시자의 지역별 평균 점수를 바탕으로 일원분산분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 25>와 같다.

<표 25> 지역별 응시 결과(전체 응시자)

지역(사례수)	평균 점수	표준편차
대도시(1,441)	53.81	36.25
중소도시(4,275)	50.48	36.47
농어촌(158)	68.30	35.32
F	21.27	
p	.00*	

p* < .05

분석 결과, 대도시 지역 응시자의 평균 점수는 53.81, 표준편차는 36.25이고, 중소도시 지역 응시자의 평균 점수는 50.48, 표준편차는 36.47로 나타났다. 또한, 농어촌 지역 응시자의 평균 점수는 68.30, 표준편차는 35.32로 분석되었다.

지역별 평균 점수에 차이가 있는지를 확인하고자 실시한 일원분산분석에 따른 F 통계값은 21.27, 유의확률은 .00으로 유의수준 .05에서 지역에 따라 응시자의 점수에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이러한 결과를 바탕으로 실시한 사후비교분석(Scheffe) 결과는 <표 26>과 같다.

<표 26> 지역별 응시 결과에 대한 사후비교분석

비교집단	평균차	표준오차	p
대도시 vs. 중소도시	3.33	1.11	.01*
대도시 vs. 농어촌	-14.49	3.05	.00*
중소도시 vs. 농어촌	-17.82	2.95	.00*

p* < .05

이러한 결과는 '농어촌 > 대도시 > 중소도시'에 대하여 통계적으로 유의미한 해석을 할 수 있음을 뜻한다.

4.8 학교 계열에 따른 분석 결과

본 연구에서는 응시자의 학교 계열에 따라 점수에 차이가 있는지를 확인하고자 하였다. 이를 위해 고등학교 응시자의 학교 계열을 초중등교육법시행령(제76조 3항)에 명시된 학교 구분 체계에 따라 분류하였다.

<표 27> 학교 계열 분류

구분	설명
일반고	일반적인 교육을 실시하는 고교
특수목적고 (특목고)	특수분야의 전문적인 교육을 실시하는 고교(과학고, 외국어고, 마이스터고, 국제고, 예술고, 체육고, 산업수요맞춤형고)
특성화고	특정분야의 전문 직업인 양성 교육을 실시하는 고교(상업고, 공업고, 농업고 등)
자율고	교육과정을 자율적으로 운영할 수 있는 고등학교(자사고, 자공고)

이러한 분류 체계에 따라 응시자의 학교 계열별 평균 점수를 바탕으로 일원분산분석을 실시한 결과는 <표 28>과 같다.

<표 28> 계열별 응시 결과(전체 응시자)

계열(사례수)	평균 점수	표준편차
일반고(1,947)	43.91	31.77
특목고(713)	75.09	27.79
특성화고(508)	34.21	33.69
자율고(98)	61.68	35.04
F	223.91	
p	.00*	

p* < .05

분석 결과, 일반고 학생들의 평균 점수는 43.91, 표준편차는 31.77이고, 특목고 학생들의 평균 점수는 75.09, 표준편차는 27.79로 나타났다. 또한, 특성화고 학생들의 평균 점수는 34.21, 표준편차는 33.69이고, 자율고 학생들의 평균 점수는 61.68, 표준편차는 35.04로 분석되었다.

<표 29> 계열별 응시 결과에 대한 사후비교분석

비교집단	평균차	표준오차	p
일반고 vs. 특목고	-31.18	1.37	.00*
일반고 vs. 특성화고	9.70	1.56	.00*
일반고 vs. 자율고	-17.77	3.25	.00*
특목고 vs. 특성화고	40.88	1.82	.00*
특목고 vs. 자율고	13.41	3.38	.01*
특성화고 vs. 자율고	-27.48	3.46	.00*

p* < .05

학교 계열별 평균 정답률에 차이가 있는지를 확인하기 위해 실시한 일원분산분석에 따른 F 통계값은 223.91, 유의확률은 .00으로 유의수준 .05에서 계열에 따라 점수에 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이러한 결과를 바탕으로

실시한 사후비교분석(Scheffe) 결과는 위의 <표 29>와 같다. 이러한 결과는 ‘특목고 > 자율고 > 일반고 > 특성화고’에 대하여 통계적으로 유의미한 해석을 할 수 있음을 뜻한다.

5. 결론 및 제언

5.1 결론

2015 개정 교육과정은 국가·사회적 요구에 따라 소프트웨어 교육의 강화를 개정 중점 사항으로 설정하고, 컴퓨팅 사고력의 함양을 강조하고 있다. 따라서 학생들의 컴퓨팅 사고력 함양을 위해 무엇을, 어떻게 가르치고 평가할 것인지에 대한 지속적이고 체계적인 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 한국 비버 챌린지 2017의 응시 결과에서 나타난 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력 수준을 분석하고, 평가 영역 및 난이도, 성별 및 소재지 등 다양한 요인에 따른 차이를 밝히고자 하였다.

본 연구의 결과를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 그룹별 평균 점수 및 사분위값, 평균 정답률을 기술 통계 결과를 분석하였다. 이러한 결과는 응시자의 상대적 위치를 이해하는 기초 자료가 될 것으로 판단한다. 그러나 그룹별 평균 점수가 의미하는 바를 다양한 관점에서 분석하기 위해서는 국내 학생들의 응시 결과만으로는 한계가 있다[11].

둘째, 응시자의 정답률의 차이를 그룹별로 분석한 결과, ‘그룹IV(중1) > 그룹V(중2-3)’이고 ‘그룹IV(중1) > 그룹VI(고1-3)’로 나타났다. 그러나 이러한 차이를 유발하는 요인이 학생들 수준 때문인지, 전문가 집단의 그룹별 문항 선정이 타당하지 않기 때문인지는 명확하지 않다.

셋째, 문항 난이도에 따른 정답률 차이를 분석한 결과, ‘난이도 상 < 난이도 하’로 나타났다. 이러한 결과는 비버 챌린지 문항 중에서 난이도 ‘중’ 수준의 문항의 변별력이 떨어지는 것으로 해석할 수 있다.

넷째, 성별에 따른 정답률 차이를 분석한 결과, 남학생의 결과가 여학생보다 높은 것으로 나타났다

다. 그러나 그룹별(학령)로 차이 분석을 실시한 결과, 그룹Ⅵ(고1-3)에서만 통계적으로 유의미한 차이가 나타났으며, 그룹Ⅳ(중1)과 그룹Ⅴ(중2-3)에서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 그간 정보 교육에서의 성별에 따른 차이를 언급한 선행 연구들과 다소 배치되는 연구 결과라고 할 수 있다[14][15].

다섯째, 지역에 따른 정답률 차이를 분석한 결과, 농어촌 '농어촌 > 대도시 > 중소도시'로 나타났다. 이러한 결과는 단순히 농어촌 지역의 학생들이 더 우수하다는 분석을 넘어서, 도농간의 격차를 우려했던 선행 연구들과 다소 배치되는 연구 결과이다[7][16].

여섯째, 학교 계열에 따른 정답률 차이를 분석한 결과, '특목고 > 자율고 > 일반고 > 특성화고'로 나타났다. 이러한 분석은 일반적인 예상과 엇나가지 않는다. 이는 비버 챌린지 과제를 해결하기 위해서 문제 상황을 이해하고 분석하는데 필요한 독해력과 비판적 사고력, 그리고 모델링과 알고리즘 설계에 필요한 논리적 사고력 등의 인지 능력이 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다. 또한, 기능·기술 중심의 직업 교육과 함께 사고력 교육의 필요성도 함께 시사한다고 할 수 있다[17].

마지막으로 평가영역과 문항 유형에 따른 정답률 차이를 분석한 결과, 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 평가영역에 따른 기술 통계 분석 결과 중 CPH(Computer Processes and Hardware) 영역의 평균 정답률이 눈에 띄게 낮은 것을 주목할 필요가 있다.

5.2 제언

본 연구에서는 한국 비버 챌린지 2017의 문항 및 응시 결과를 바탕으로 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 다양한 요인들을 분석하였다. 이를 통해 본 연구 결과의 해석과 향후 과제에 대하여 다음과 같이 제언한다.

본 연구는 한국 비버 챌린지 2017에 참가한 학생들의 응시 결과를 바탕으로 수행되었다. 그러나 연구 대상이 무선 표집(random sampling)을 통한 것이 아니라 자율적으로 참가한 학생들이라는 점에서 모집단 전체를 대표하는 것으로 판단하기에

무리가 있다.

또한, 비버 챌린지가 학생들의 컴퓨팅 사고력 진단 도구로서 가진 타당도와 신뢰도에 대한 지속적인 논의와 개선이 필요하다. 특히, 학령에 따른 그룹별 문항 선정, 난이도 및 배점에 대한 추가적인 분석이 필요하다. 예컨대, 그룹Ⅳ(중1)의 평균 정답률이 다른 그룹에 비해 높은 것이 정보 교육으로 인한 결과인지, 비버챌린지의 그룹별 문항 선정이 잘못된 것 때문인지가 불명확하기 때문이다.

그러나 비버 챌린지의 문항이 전 세계 61개국의 정보 교육 전문가 집단이 약 1년 동안 공동 출제 및 검토를 통해 개발되었다는 점과 본 연구 대상이 많은 수(5,874명)의 중등학교 학생들을 대상으로 실시되었다는 점은 본 연구의 타당도와 신뢰도를 높이는 부분임이 분명하다.

따라서 본 연구의 결과는 그 자체로도 의미를 갖지만, 향후 연구의 기초 자료로서 더 큰 의미를 가질 것이다. 예컨대, 한국 비버 챌린지 2017과 동일한 문항으로 비버 챌린지 2017을 운영한 독일, 오스트리아, 스위스, 네덜란드, 리투아니아 등 해외 주요 국가 간의 비교·분석 연구를 진행하거나, 한국 비버 챌린지 2017에 참여한 학생들의 지도 교사를 대상으로 하는 설문 또는 인터뷰 등의 질적 연구 등이 그것이다. 이를 통해 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력에 영향을 미치는 요인에 대한 정밀한 분석이 가능하다고 판단하기 때문이다.

본 연구를 통해 중등학교 학생들의 컴퓨팅 사고력 함양 교육에 있어서 고려해야 할 요인들을 이해하고, 컴퓨팅 사고력 평가 도구로서의 비버 챌린지 개선 방향에 대한 시사점을 제시하는데 도움이 될 것이라고 기대하는 바이다.

참 고 문 헌

- [1] 교육부 (2015). 2015 개정 교육과정 총론. 교육부 고시 제2015-74호 (별책 1).
- [2] 한혜정 외 (2015). 2015 개정 교육과정 총론 해설서 (중·고등학교) 개발 연구. 한국교육과정평가원.
- [3] 교육부 (2015). SW중심사회를 위한 인재양성추진계획. 교육부.
- [4] 교육부 (2015). 2015 개정 정보과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 (별책 10).
- [5] 이영준 외 (2014). 초중등 단계 Computational Thinking 도입을 위한 기초 연구. 한국과학창의재단.
- [6] 최정원, 이영준 (2014). 컴퓨팅 사고력 평가 방안 설계. 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집, 22(2), 177-178.
- [7] 박철용, 이승진, 안성훈 (2016). 학교의 교육 정보화 수준에 따른 초등학생의 컴퓨팅 사고력 차이 분석. 한국정보교육학회논문지, 19(5), 1-9.
- [8] Bebras Challenge (2018). <http://bebras-challenge.org>
- [9] Dagien, 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.
- [10] Dagien, 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.
- [11] 정웅열, 이영준 (2017). 정보 교육에서 비버 챌린지(Bebras Challenge)의 활용 가능성과 향후 과제. 한국컴퓨터교육학회논문지, 20(5), 1-14.
- [12] 김은지, 이태욱 (2018). 컴퓨팅 사고력 평가 도구로써 비버 챌린지 문항 분석: 문항반응 이론을 기반으로. 한국컴퓨터정보교육학회 학술발표대회논문집, 22(1), 107-110.
- [13] 한국비버챌린지위원회 (2017). 비버 챌린지 2017. 서울: 한국비버챌린지위원회.
- [14] 정웅열, 이영준 (2017). 정보 교육이 과학고 학생들의 진로 개척 능력에 미치는 영향. 한국컴퓨터교육학회논문지, 20(3), 13-23.
- [15] Futschek, G., & Dagiene, V. (2009). A contest on informatics and computer fluency attracts school students to learn basic technology concepts. *Proceedings of 9th WCCE 2009*.
- [16] 차은주 (2010). 지역과 성별에 따른 학업성취 격차영향에 대한 연구. 한국외국어대학교 석사학위논문.
- [17] 김정환, 송교원 이창훈 (2017). Bloom의 신 교육목표 분류학에 근거한 발명·특허 특성화 고의 발명교과서 학습목표 분석. 한국기술교육학회논문지, 17(1), 96-114.



정 응 열

2003 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)
2009 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)

2015~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과
박사과정
2003~2011 분당중앙고, 장호원고 정보 교사
2011~2016 경기북과학고 정보 교사
2017~현재 일산국제컨벤션고 정보 교사
관심분야: 컴퓨팅 사고력, 정보과 교육과정,
융합인재교육, 교사 교육 및 국제 협력
E-Mail: purnagi@gmail.com



이 현 아

2012 성균관대학교 컴퓨터교육과
(교육학학사)

2015~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 석사과정
2014~현재 도담중학교 정보 교사
관심분야: 컴퓨팅 사고력, 융합인재교육,
교수학습방법
E-Mail: lovelyee824@gmail.com



김 학 인

2002 성균관대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)
2002~2016 경동고, 선린인터넷고
정보 교사

2016~현재 한성과학고 정보 교사
2017~현재 성균관대학교 컴퓨터교육과 석사과정
관심분야: 컴퓨팅 사고력, 정보과 교육과정,
데이터 분석
E-Mail: hakin711@gmail.com



안 성 진

1988 성균관대학교 정보공학과
(학사)
1990 성균관대학교 정보공학과
(석사)

1998 성균관대학교 정보공학과(박사)
1990~1995 KIST/시스템공학연구소 연구원
1996 정보통신기술사
1999~현재 성균관대학교 컴퓨터교육과 교수
2018~현재 한국정보과학교육연합회 회장
관심분야: SW교육, 정보윤리, 네트워크보안
E-mail: sjahn@skku.edu



이 민 혁

2017 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)

2017~현재 영동고등학교 정보 교사
2018~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 석사과정
관심분야: 컴퓨팅 사고력, 정보과 교육과정,
알고리즘
E-Mail: minhyuk920101@gmail.com