

컴퓨팅사고력 측정에 사용되고 있는 도구 분석을 통한 새로운 검사도구 개발방향 제시

김민정[†] · 이원규^{††} · 김자미^{†††}

요 약

2015 개정 교육과정이 현장 학교에 성공적으로 정착할 수 있도록, 국가차원에서 2015, 2016년에 68개의 SW연구학교를 운영하고 SW교육의 효과성을 측정하기 위한 검사도구가 개발되었다. 본 연구는 기존에 개발된 컴퓨팅 사고력 검사 도구 분석을 통해 2018년부터 실시되는 교육과정의 효과성을 검증할 수 있는 컴퓨팅 사고력 검사도구의 방향성을 제시하는 것에 목적이 있다. 분석결과, 기존에 사용된 검사도구는 컴퓨팅 사고력 기반의 문제해결과정을 측정하기 위한 능력요소의 타당성은 부족하였다. 문항특성 분석 결과, 변별도는 양호하였으나, 난이도는 쉬운 문항의 비율이 높아 학생들의 역량을 정확히 측정하기는 부족하였다. 결과를 토대로 본 연구는 컴퓨팅 사고력 기반의 문제해결과정을 고려한 문항개발, 학생들의 경험적 지식 활용, 실생활의 소재로 사고력의 흐름을 확인할 수 있는 구성을 제안하였다.

주제어 : 컴퓨팅 사고력, 검사 도구, 문항 개발

Presenting the Development Direction Through the Analysis of Tool used to Measure Computational Thinking

MinJeong Kim[†] · WonGyu Lee^{††} · JaMee Kim^{†††}

ABSTRACT

In order to ensure that the 2015 revised curriculum is successfully settled at the field of school, there are 68 national SW schools operated by 2015 and 2016 at national level, and an inspection tool was developed to measure the effectiveness of SW education. The purpose of this study is to present the direction of the computing thinking inspection tool which can verify the effectiveness of the curriculum from 2018 through the analysis of the previously developed computing thinking inspection tool. As a result of the analysis, the validity of the ability factors to measure the problem solving process based on computing thinking was not enough. In the analysis of the item characteristics, the degree of discrimination was good, but difficulty was not enough to accurately measure the competence of students because of the high percentage of easy questions. Based on the results, this study suggested the development of the items considering the problem solving process based on the computing thinking, the application of the students' empirical knowledge, and the constitution that can confirm the flow of the thinking power with materials in the real life.

Keywords : Computational thinking, Inspection tools, problem development

† 정 회 원: 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공 석사과정

†† 종신회원: 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수

††† 종신회원: 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공 조교수(교신저자)

논문접수: 2017년 10월 24일, 심사완료: 2017년 11월 24일, 게재확정: 2017년 11월 28일

* 본 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2016R1A2B4014471)

1. 서론

교육에서 평가는 교육적 의사 결정을 도와주는 역할과 학습목표를 달성할 수 있도록 하는데 도움이 되어야 한다[1]. 평가가 성적에 따른 서열화나 상대비교 뿐 아니라 학습자의 수준 파악을 통해 학습을 지원할 수 있도록 하는데 목적을 두어야 한다. 평가는 교육목표의 달성에 대한 수준을 측정하기 때문에 목표와 밀접한 관련이 있다.

2015 개정 교육과정은 역량 중심의 교육과정을 지향하며, 각 교과 특성을 고려한 사고력 신장을 교과의 목표로 제시하였다. 사고력에 대한 정의는 다양하지만 교육 분야의 사고란 합리적 방식으로 문제를 설정하고 해결해 나아가는데 목적을 가진 정신활동이라 한정한다[3]. 사고력은 문제를 발견하고 해결해나가는 목적을 가진 정신활동이며 사고력 자체를 단순히 수치적으로 측정하는 것은 쉽지 않다.

정보교과에서도 교과의 주요 역량을 컴퓨팅 사고력, 정보문화소양, 협력적 문제해결력으로 제시하였다. 컴퓨팅 사고력은 한국 뿐 아니라 2010년 이후 교육과정을 개정한 각 국가에서도 강조하고 있는 역량이다[2]. 사고력과 마찬가지로 컴퓨팅 사고력도 각 국가마다 학자마다 정의나 개념을 달리 표현하고 있다. 그리고 각 국가들은 자국에서 제시한 컴퓨팅 사고력을 향상시키는 다양한 학습 방법이나 모델들이 제시되고 있으며, 사고력의 신장 정도를 측정하기 위한 연구를 진행하고 있다.

미국, 영국, 일본, 독일, 리투아니아 등을 비롯한 국가들은 컴퓨팅 사고력에 대한 개념, 구성요소 등과 같은 용어를 제시하고, 컴퓨팅사고력을 측정하기 위한 다양한 검사 도구들이 개발하고 있다[4][5][6]. 한국도 국가나 개인 차원에서 다양한 연구들이 수행되었다.

한국은 2015 개정 교육과정이 2017년 초등학교부터 실시됨에 따라 정보교육의 성공적 진행과 효과 평가를 위해 2015년에 국가차원에서 SW교육 연구학교를 운영하였다. 2015, 2016년의 진행에 대한 효과성 평가를 위해 컴퓨팅 사고력 측정 도구를 개발하였으며, 효과를 평가하였다.

이에 본 연구는 정보교육의 효과를 측정하기 위한 도구로서 기존에 개발된 도구의 타당성을

비롯한 문항양호도 및 특성을 분석하고자 한다. 컴퓨팅 사고력과 관련하여 일본의 정보활용능력 검사나 한국의 ICT 리터러시 측정도구와 같은 국가 수준의 검사 도구는 부재한 상황이다[7]. 따라서 2년 동안 효과성을 평가해 온 검사도구 분석을 통해 시사점을 도출하고, 향후, 교육과정의 효과를 측정할 수 있는 도구 개발의 방향성을 제시하기 위한 목적으로 진행되었다.

2. 관련연구

본 연구는 컴퓨팅사고력 검사도구 개발의 방향성을 제시하기 위한 목적으로 컴퓨팅사고력 구성요소와 중의적 요소, 컴퓨팅사고력 측정연구에 대해 분석하였다.

2.1 컴퓨팅사고력 구성요소

컴퓨팅사고력은 컴퓨터로 구현할 수 있는 방식으로 문제를 해결하고 효율성을 개선하는데 사용되는 것이라고 Seymour Papert(1980, 1996)에 의해 처음으로 언급되었다[8]. 2006년 Wing에 의해 재 언급된 컴퓨팅사고력은 해결해야 할 문제를 만났을 때, 컴퓨터 과학의 기초적인 개념들에 기반을 둔 문제해결, 시스템 설계, 인간 행동의 이해를 포함하는 개념이라고 정의하였다[9]. 또한, 21C를 살아가는 모든 사람들이 배워야 하는 기술이며 추상화와 자동화 능력을 핵심역량으로 강조하였다.

Algorithmic Thinking에 대해 논의한 Denning(2007)은 Computation과 정보처리가 다양한 분야의 깊이 있는 구조를 발견하는데 기여한다고 강조하였다[10]. 알고리즘 구성과 프로그래밍 과정에서 생성되는 Algorithmic Thinking과 달리 컴퓨팅사고력은 모든 문제를 푸는 방식, 시스템을 디자인 하는 방식이며 사람들의 행동을 이해하는데 도움이 된다고 하였다. 즉 컴퓨팅사고력은 컴퓨터 과학에 대한 지식을 함양하고, 그 지식을 기반으로 문제를 해결할 수 있는 힘이라고 정의할 수 있다.

컴퓨팅사고력에 대한 많은 관심은 각 국가의 역량중심 교육과정으로 반영되었다[11]. 각 국가는 컴퓨팅사고력의 하위요소를 개념 또는 구성요소

라 표현하였으며 명칭에 대한 공통된 정의가 부재하였다. 본 연구에서는 컴퓨팅사고력 개념 또는 구성요소를 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결 과정으로 통일하였다. 이는 컴퓨팅사고력 개념 혹은 구성요소라고 표현되는 컴퓨팅사고력의 하위요소가 컴퓨팅 파워를 이용하여 문제를 해결해나가는 과정과 일치하기 때문이다. 각 국가별 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정에 대한 내용은 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 국가별 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정

미국	한국		영국 CAS		
CSTA &ISTE	미래창조과학부, NIA SW교육 초등 기초 과정	소프트웨어 운영지침	개념 (Concept)	접근방법 (Approach)	
Data collection	자료수집	자료수집	Logic	Tinkering	
Data analysis	자료분석	자료분석	Algorithm	Creating	
Data presentation	자료 표현	구조화	Decomposition	Debugging	
Problem decomposition	문제 분해	추상화	분해	Pattern	Persevering
Abstraction	추상화		모델링	Abstraction	Collaborating
Algorithms & procedures	알고리즘과 절차	자동화	알고리즘	Evaluation	
Automation	자동화		코딩		
Simulation	시뮬레이션	시뮬레이션			
Parallelization	병렬화	일반화			

한국은 2015년 개정교육과정에 따라 정보 교육이 강조되면서 컴퓨팅사고력이 주요역량으로 부각되었으며, 기관 또는 단체의 성격에 따라 다양하게 정의되었다.

한국의 미래창조과학부, 정보화 진흥원(NIA)(2015), 소프트웨어 기초과정(2016)은 미국의 CSTA&ISTE가 정의한 9개의 컴퓨팅사고력 개념을 사용하였다[4][5][12][13].

소프트웨어 운영지침은 CSTA&ISTE에서 제시한 문제분해, 추상화, 알고리즘 절차의 상위개념을 ‘추상화’로, 코딩과 시뮬레이션의 상위개념을 ‘자동화’로 재구성하였다. 그러나 상위개념으로 정의된 ‘추상화’와 ‘자동화’가 앞서 Wing이 강조한 추상화와 자동화와 동일한 개념인지, CSTA&ISTE에서의 컴퓨팅사고력 개념을 구성하고 있는 추상화 및 자동화의 개념인지에 대한 정의가 모호하다[4][14].

미국은 컴퓨팅사고력 개념의 근간이 된 D.Barr(2011)의 연구에서 컴퓨팅사고력의 핵심개념을 컴퓨터 과학, 수학, 과학, 사회학, 언어학 분야에서 어떠한 방법으로 사용되는지 제시하였다[15]. 이후, CSTA&ISTE는 D.Barr가 정의한 컴퓨팅사고력의 핵심개념을 근거하여 컴퓨팅사고력 개념이라는 이름으로 9가지를 구분하여 조작적으로 정의하였다[4].

영국의 컴퓨터 교사·전문가 커뮤니티인 CAS(Computer at School)는 컴퓨팅 과목에서 강조하고 있는 컴퓨팅사고력을 6가지의 개념(Concept)과 5가지 수행방법(Approaches)으로 정의하였다[3].

컴퓨팅사고력에 대한 많은 논의와 정의가 있었지만, 본 연구는 컴퓨팅과 관련된 지식이나 개념을 습득하고, 컴퓨팅 파워를 활용할 것을 전제로 실생활의 문제를 발견하고 해결해 나갈 수 있는 힘이라고 정의하였다.

2.2 컴퓨팅사고력기반 문제해결과정의 중의성

국가 교육과정의 용어나 국가 수준의 표준 등에서는 용어의 혼선을 최대한 배제해야 한다. 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정 측면에서는 용어에 대한 통일성이 배제된 것으로 판단할 수 있다.

<표 2> 알고리즘과 절차에 대한 각 기관별 정의

기관	정의
CSTA &ISTE(2011)	A series of ordered steps taken to solve a problem ore achieve some end.
Valerie Barr and Chris Stephenson	Study classic algorithms; Implement an algorithm for a problem area
미래창조과학부, 한국정보화 진흥원(2015)	지금까지의 문제를 해결하기 위한 과정을 순서적 단계로 표현하는 단계
소프트웨어교육 초등기초과정(2016)	문제를 해결하기 위해 정해진 일련의 절차
소프트웨어 운영지침 CAS	문제를 해결하기 위한 일련의 단계를 알고리즘으로 표현하기(절차적 표현) making steps and rules

9가지 컴퓨팅사고력기반의 문제해결과정 중 각 기관의 ‘알고리즘과 절차’에 대한 정의는 <표 2>와 같다.

CSTA&ISTE는 알고리즘과 절차를 문제 해결을 위해 수행되는 일련의 단계의 의미로 정의하였다

[4]. Barr.는 조작적 정의는 아니지만 초중등과정의 교육 내용에서 문제에 대한 알고리즘을 구현하는 것으로 활용될 수 있음을 제시하였다[15]. 미래창조부, 한국정보화진흥원은 알고리즘과 절차의 범위를 ‘지금까지의 문제해결과정’으로 한정시켜 문제의 해결과정 중 세부단계로 정의하였다[12].

소프트웨어 교육 초등기초과정에서는 문제해결과정 전체를 실생활과 관련된 문제로 범위를 한정시켰으며, 알고리즘과 절차를 해결하기 위해 ‘정해진’ 일련의 절차로 정의하여 절차에 대한 방법을 한정시켰다[13]. 소프트웨어 운영지침의 알고리즘은 상위개념인 추상화 내에 포함되어 있으며, ‘문제를 해결하기 위한 일련의 단계를 알고리즘으로 표현하는 것’과 같이 표현방법에 대한 정의를 구체화 하였다[14]. 즉, 컴퓨팅사고력의 경우, 아직까지 합의된 정의가 범용 적이지 않으며, 컴퓨팅사고력기반의 문제해결과정의 용어 정의를 비롯한 용어의 범위가 모호함을 확인할 수 있다.

2.3 컴퓨팅사고력 측정 관련 연구

교육과정에서는 각 교과에서 육성하는 사고력을 핵심 역량 내에 포함하고 있으며 정보교과에서는 컴퓨팅사고력을 정보교육과정의 핵심역량으로 제시하고 있다[2]. 중학교는 2015 개정 교육과정이 시행되는 2018년을 대비하여 정보 교육의 효과 및 성과를 측정하기 위한 다양한 컴퓨팅사고력 측정 연구가 진행되고 있다. 컴퓨팅사고력 관련 연구의 내용 및 측정방법은 다음 <표 3>과 같다.

첫째, 특정 검사 도구를 사용한 경우이다. 김용민(2017), 오정철(2016), 서영호(2016) 등은 SW교육을 실시한 이후, 계산적 인지기력 검사도구, 혹은 계산적 사고력 검사지를 활용하여 향상의 정도를 측정하였다[17][18][19].

둘째, 설문조사를 실시한 경우이다. 김경민(2017)과 한옥영(2017)은 교육 실시이후, 설문조사를 통해 컴퓨팅사고력을 측정하였다[20][21]. 즉, 자기기입식 방법으로 인식을 평가한 것이라 할 수 있다.

셋째, 관찰방법을 사용한 경우이다. 유인환(2016)은 SW 개발 학습 모형(문제정의, 해결방안

모색, 애플로그래밍, 설치와 시험, 피드백)을 개발하고 앱인벤터에 접목시켜 학습자들의 개발일지 내용과 학생 관찰을 통해 컴퓨팅사고력 신장을 확인하고자 하였다[22].

<표 3> 컴퓨팅사고력 측정 관련 연구

저자	논문내용	측정방법
김경민(2017)	정보소양교육을 통해 컴퓨팅사고력을 향상시킬 수 있는 수업방식을 제안	설문조사
김용민(2017)	초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장을 위한 앱인벤터 활용 SW교육 프로그램 개발 및 적용	계산적 인지기력 검사도구
유인환(2016)	컴퓨터 사고력 신장에 기여할 수 있는 SW개발프로세스를 탐구하고자 SW 개발 학습 모형을 개발 후 앱인벤터에 접목시켜 학습자 변화 분석	개발일지 학생관찰
오정철(2016)	전통적인 컴퓨터 교육방식과, 퍼즐기반의 컴퓨터과학교육 후 컴퓨팅 사고력 증진에 효과적인지를 분석 효과적 입출 분석	계산적 사고력 검사지
한옥영(2017)	비전공자 대상으로 컴퓨팅사고력 및 소프트웨어 코딩, 문제해결의 개념과 알고리즘에 대한 교육	설문조사
서영호(2016)	초등학교대상으로 동료프로그래밍 교육방법이 컴퓨팅사고력과 창의성 신장에 미치는 효과 분석	계산적 인지기력 검사도구

국내 뿐 아니라 국외에서도 컴퓨팅사고력을 측정하는 여러 연구가 진행되고 있으나, 대부분은 인식 조사로 이루어지고 있다. 사고력의 측정이 아니라면, 사고력 측정을 위한 컨셉 등에 대한 내용이 대부분이기 때문에 직접적인 평가 문항은 공개되지 않고 있다. 또한 계산적 사고력 검사 도구는 단편적인 컴퓨터 과학적 지식을 측정하기 위한 검사도구일 뿐 아니라 컴퓨팅사고력 기반으로 다른 과목과 융합하는데 필요한 검사도구로 목적이 맞지 않는다[23]. 즉, 컴퓨팅사고력은 정보교육을 통해 습득한 지식을 바탕으로 문제를 해결하고 판단할 수 있는 역량을 의미한다. 그러므로 컴퓨팅사고력을 단순히 하나의 역량으로 측정한다는 것은 정확한 표현이 아니며 컴퓨팅사고력을 구성하는 하위 역량을 측정하여 컴퓨팅사고력의 효과성을 간접적으로 측정할 수 있을 것으로 고려할 수 있다.

3. 컴퓨팅사고력 검사도구 분석

컴퓨팅사고력 검사 도구는 연구학교에서 정보교육 실시 후 컴퓨팅사고력을 측정하기 위한 문항이다. 검사 도구는 본 연구를 통해 개발된 것이 아니며, 2015년부터 연구학교에서 적용된 기개발

된 검사도구이다.

3.1 검사도구의 개발 및 특징

SW교육 운영지침이 개발된 이후, 교육부와 미래부는 SW 연구학교 및 선도학교를 운영하였다. 이를 대상으로 SW 교육의 효과성에 영향을 주는 요인을 알아보기 위하여 SW교육에 대한 인식조사와 컴퓨팅사고력 검사도구를 개발하였다.

본 연구는 중학교용으로 개발되었던 컴퓨팅사고력 검사도구만을 분석하고 이를 통한 시사점을 도출하고자 한다. 기 개발된 컴퓨팅 사고력 검사 도구 개발에는 정보교육 전문가가 10인 이상 참여하였고, 현장의 교사 및 정보교육 전공 교수들이 개발하였다. 따라서 검사 도구는 SW교육 혹은 SW교육에서 제시하는 내용에 대한 내용 타당도를 확보하였다. 전체 23개의 문항으로 구성되었으며, 분석능력, 설계능력, 구현능력, 추론능력 4개의 하위 역량을 고려하여 개발되었다. 개발된 도구의 구체적인 내용은 <표 4>와 같다.

<표 4> 기 개발된 도구의 컴퓨팅사고력 관련 분류

SW 관련 역량	분석 능력				설계 능력		구현능력	추론능력	
컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정	자료수집	자료분석	자료표현	문제분해	추상화	알고리즘	자동화	시뮬레이션	병렬화
문항 수	5				10		2	6	

분석능력은 자료수집, 자료분석, 자료표현, 문제분해요소로 구성하였고, 설계능력은 추상화와 알고리즘 요소, 구현능력은 자동화, 추론능력은 시뮬레이션과 병렬화가 해당된다. 중학생용 검사 도구는 분석능력 5문항, 설계능력 10문항, 구현능력 2문항, 추론능력 6문항으로 구성되어 있다.

기 개발된 문항의 특징은 다음과 같다. 첫째, 각 문항은 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정에 따라 하나의 문제해결과정을 측정한다. 둘째, 23개 문항은 연계성이 없으며, 각 문항들은 개별적이다. 즉, 하나의 주제로 하나의 문항이 개발되었다. 셋째, 문항들 간의 연계가 없기 때문에 사고력 흐름을 측정하지는 않는다.

3.2 검사도구의 문항 양호도

기 개발된 문항은 SW교육 경험이 있는 중학생

600명을 대상으로 시험을 실시한 후 결과를 분석하였다. 문항 양호도는 타당도와 신뢰도를 의미한다. 본 도구는 SW교육 관련 내용 타당도는 있다고 할 수 있다. 그러나 도구가 SW에 대한 측면을 측정하기 위한 것이 아니라 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정을 측정하기 위한 것이고, 4개의 능력으로 구분하였기 때문에 이에 대한 타당도를 분석하고자 하였다.

컴퓨팅사고력 검사 도구에 대한 타당도는 탐색적 요인분석을 실시하여 구인부터 확인하였다. 타당도는 검사도구가 측정하고자 하는 목적에 맞는 내용으로 구성되었는지를 확인하기 위한 것이다 [24].

분석결과 첫째, 컴퓨팅사고력 검사 도구를 4개의 역량인 분석능력, 설계능력, 구현능력, 추론능력으로 구분한 것과 달리 요인 분석결과 3개의 요인으로 구분되어 있다. 둘째, 요인에 따른 문항 수가 편중되어 있으며, 특히 요인 1인 구인에 많은 분석, 설계, 추론능력의 컴퓨팅 사고력 기반의 문제해결과정들이 혼재되어 있다. <표 5>의 구인 1은 <표 4>에서 제시하고 있는 SW관련 역량 중 분석능력, 설계능력, 추론능력 내의 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정이 포함되어 있다.

<표 5> 컴퓨팅사고력 검사도구 타당도

문항	성분		
	요인1	요인2	요인3
8	.621	.160	.185
7	.596	.090	.193
12	.596	.120	.138
10	.590	.213	.106
6	.568	.123	.329
11	.541	.215	.182
17	.451	.445	-.024
9	.444	.192	.190
4	.416	.200	.389
13	.413	.179	.089
14	.300	.181	-.186
22	.123	.726	.176
23	.034	.710	.249
20	.180	.597	.194
21	.129	.590	.251
19	.374	.550	.106
18	.229	.484	.029
16	.314	.429	-.109
15	.309	.374	.109
2	.004	.227	.611
3	.180	.077	.555
1	.222	.116	.514
5	.277	.090	.369

신뢰도 계수의 추정은 가장 보수적이며, 객관적으로 최소의 신뢰도 값을 추정해주는 Cronbach α 를 사용하였다[24]. 하나의 세트에서 차례대로 한 문항씩을 제거한 후에 나머지 문항만을 토대로 신뢰도 계수를 추정하는 신뢰도 계수의 변화 (Alpha if item Deleted)를 나타냄으로서 각 문항들이 갖는 신뢰도를 검증하였으며 다음 <표 6> 과 같다.

<표 6> 컴퓨팅사고력 검사도구 신뢰도

문항	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
신뢰도	.863	.864	.864	.859	.864	.858	.860	.858	.861	.859	.859	.860
문항	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
신뢰도	.863	.868	.861	.863	.858	.862	.856	.859	.859	.857	.859	

cronbach α 계수의 신뢰도 허용기준은 0.6 이상이며, 본 검사도구 문항의 신뢰도 평균은 0.860으로 매우 신뢰로운 것으로 분석되었다.

문항 양호도에서 신뢰도가 타당도의 선행요건이지만 신뢰도가 높다고 하여 반드시 타당도가 높은 것은 아니다[24]. 문항 자체는 신뢰로운 문항일 수 있으나 타당도가 낮을 경우 본 검사의 목적성이 부합하지 않음을 의미한다고 해석 할 수 있다.

3.3 문항특성

본 연구는 문항특성을 분석하고자 고전검사이론을 사용하여 문항 변별도와 난이도를 분석하였다. 문항 변별도는 .10미만이면 변별력이 없는 문항, .10이상~.20미만이면 변별력이 매우 낮은 문항, .20이상~.30미만이면 변별력이 낮은문항, .30이상~.40미만은 변별력이 있는 문항, .40은 변별력이 높은 문항으로 구분하였다. 문항 난이도는 문항의 쉽고 어려운 정도를 나타내는 지수로서, 문항 난이도가 0.00~.20 미만이면 매우 어려운 문항, .20 이상~.40미만이면 어려운 문항, .40이상 ~.60미만이면 중간 난이도 문항, .60~.80미만이면 쉬운 문항, .80이상~1.00미만이면 매우 쉬운 문항으로 구분하였다[26]. 문항 특성에 대한 구체적인 내용은

다음 <표 7>과 같다.

<표 7> 컴퓨팅 사고력 측정도구 문항 특성

문항	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
변별도	.437	.406	.405	.553	.398	.574	.521	.579	.496	.561	.555	.514
난이도	0.65	0.57	0.65	0.61	0.76	0.75	0.75	0.7	0.66	0.75	0.76	0.82
문항	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
변별도	.441	.292	.490	.454	.567	.480	.621	.565	.549	.596	.560	
난이도	0.65	0.48	0.69	0.59	0.61	0.57	0.66	0.51	0.54	0.58	0.51	

분석결과 변별력이 낮은 문항(.20이상~.30미만)이 1문항, 변별력이 있는 문항(.30이상 ~.40미만)이 1문항, 변별력이 높은 문항(.40이상)이 21문항으로 대부분의 문항이 변별도가 높은 문항으로 분류되었다[1]. 문항별 난이도 분석결과는 중간난이도 문항(.400이상 ~.60미만)이 8문항, 쉬운 문항(.80이상~ 1.00미만)이 14문항, 매우 쉬운 문항(.80 이상 ~1.00미만)이 1문항이다.

3.4 분석 결과 논의

본 연구는 컴퓨팅사고력과 관련된 다양한 문제 해결과정을 측정하기 위해 개발되는 도구들의 유의사항을 도출하고자 기 개발된 컴퓨팅사고력 검사 도구를 분석하였다.

기 개발된 컴퓨팅사고력 관련 검사 도구는 분석능력, 설계능력, 구현능력, 추론능력과 같이 4개의 능력으로 구분하고 있다. 그러나 <표 7>과 같이 검사도구의 타당도 분석결과 3가지 요인으로 구분되어 역량에 대한 분류가 명확히 이루어져 있지 않음을 알 수 있다.

요인분석에서 요인 부하량은 각 문항들이 해당 요인과 어느 정도의 상관관계가 있는지를 나타내는 것으로 상관이 높을수록 높게 나타난다. 즉 역량에 대한 하위요소가 요인 부하량에 따라 같은 요인으로 묶여야 한다. 분석결과 측정하고자 하는 컴퓨팅사고력기반의 문제해결과정을 측정하지 못하는 것으로 보인다. 즉 각 문제해결과정들이 일관되게 특정 능력을 재야 하지만, <표 7>과 같이 서로 다른 능력이 포함되어 있기 때문이다.

<표 7> 컴퓨팅사고력 검사도구 역량 및 요인분석 결과

SW 관련 역량	분석 능력				설계 능력		구현 능력	추론 능력	
	자료수집	자료분석	자료표현	문제분해	추상화	알고리즘		시물레이션	병렬화
컴퓨팅 사고력 개념	자료수집	자료분석	자료표현	문제분해	추상화	알고리즘	자동화	시물레이션	병렬화
문항 수	5				10		2	6	
요인 1	자료수집	자료분석	자료표현	문제분해	추상화	알고리즘	자동화	시물레이션	병렬화
요인 2	자료수집	자료분석	자료표현	문제분해	추상화	알고리즘	자동화	시물레이션	병렬화
요인 3	자료수집	자료분석	자료표현	문제분해	추상화	알고리즘	자동화	시물레이션	병렬화

문항이 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정을 측정하고 있다 하더라도 해당 역량을 측정하지는 못한다. 이는 문항 자체의 문제와 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정에 대한 정의 문제로 구분할 수 있다. 예를 들어, 자동화와 추상화에 대한 정의가 명확하지 않다는 점이다. Wing이 정의한 자동화는 추상화된 개념이나 절차, 방법을 컴퓨팅 기기가 수행할 수 있도록 알고리즘화하거나, 프로그램으로 수행할 수 있는 과정이다[9]. 따라서 알고리즘, 자동화, 시물레이션을 모두 아우르는 문항이 개발되어야 할 것이다. 문항을 개발하기 위해서는 해당 문제해결과정이나 내용에 대해 명확히 규명해야 한다. 그러나 본 검사도구의 경우, 용어 간 위계 및 혼용으로 인해 정확한 역량이나 문제해결과정을 측정하지 못한 것으로 해석할 수 있다.

문항 구성의 측면에서 각 역량에 따른 문항 배치를 적절히 하여 특정 하위 역량 측정에 편중되지 않도록 해야 한다. 예를 들어, 자동화는 구현 능력의 하위요소이며 2개의 문항으로 구성되어있어, 다른 능력에 비해 문항 개수가 적다. 컴퓨팅 사고력이 컴퓨팅 시스템을 활용하여 문제를 발견하고, 이해하여 방법을 찾아 해결해가는 것이라는

전제로 사고의 흐름에 따라 문항을 구성해야 한다. 하지만 기 개발된 컴퓨팅 사고력 검사 도구는 단편적인 컴퓨팅사고력기반의 문제해결과정과 역량을 측정할 뿐 아니라 학생이 각각의 문항을 풀기 위한 단순한 사고만을 유발하는 한계가 있다.

예를 들어, 일본의 정보활용능력과 독일의 졸업 시험인 아비투어 문항, 베브라스 컴퓨팅 챌린지는 사고의 흐름을 이끌어 나갈 수 있도록 문항을 구성하였다[6][27][28]. 스토리텔링 형태로 큰 문제(大問) 상황을 제시하고 상황에 따른 하위의 문제(小問)를 이어서 제시하는 형태로 구성하여 학생이 사고의 흐름을 이어갈 수 있도록 하였다. 또한 선행지식 없이도 컴퓨팅사고력을 촉진할 수 있는 내용으로 구성하여 지식의 습득이나 암기 없이 정보학의 기본 개념에 깊이 있는 이해와 응용이 가능하도록 하였다.

즉 하나의 큰 주제에서 연관된 하위 문항들은 큰 주제에서 발생하거나 확장 될 수 있는 상황으로 소재는 동일하지만 문항이 내포하고 있는 핵심원리나 지식을 다루어 문제 해결과정 내에서 컴퓨팅사고력을 측정 할 수 있다.

문항 내용의 측면에서는 학생들의 경험적 지식으로 문제를 해결 할 수 있도록 컴퓨터 과학의 지식을 전면에 드러내지 않고 실생활의 친근한 소재로 검사 도구를 개발해야 한다. 실생활의 문제를 발견하고 IT를 활용하여 문제를 해결할 것으로 전체를 하는 컴퓨팅사고력의 특성을 반영하여 학생들의 경험적 사고, 논리적 사고, 컴퓨팅사고력 등 다양한 사고를 통해 문제를 해결 할 수 있으며, 문제 해결력 측면에서 사고의 흐름을 이끌어 나갈 수 있는 주체가 될 수 있도록 해야 한다.

문항의 난이도 측면에서는 기 개발된 컴퓨팅 사고력 검사도구의 쉬운 문항이 14문항이다. 변별력 있는 문항이더라도 특정 수준 이상의 학생의 능력을 측정하는 데는 한계가 있을 수밖에 없다. 문항개발을 위해 검사도구의 개발 수준에 대한 논의가 전제되어야 한다. 즉 개발하고자 하는 검사도구를 학생들의 현재 수준을 기반으로 개발할 것인가, 또는 학생들이 앞으로 성취해야 할 수준에 맞추어 미래 지향적으로 개발 할 것인가에 대한 목적이 명확해야 한다.

4. 결론

본 연구는 컴퓨팅 사고력 관련 역량 측정검사 도구 분석을 통해 2018년부터 시행되는 개정교육과정의 효과를 검증할 수 있는 검사 도구를 개발을 위한 시사점을 제공 및 개발 방향에 대해 논의하고자 하였다.

기 개발된 컴퓨팅사고력 관련 역량 검사도구 분석결과 문항의 신뢰도는 적절하였고 내용타당도를 확보하였다. 하지만 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결과정 측정을 위한 구인타당도 분석 결과 요인이 맞지 않음을 알 수 있었다. 또한, 문항에 대한 변별도는 적절했으나 난이도 분석결과 쉬운 문항이 14문항으로 학생들의 역량을 측정하기엔 적절하지 않았다.

분석결과를 통해 개발 방향을 정립하기 위해 제시한 본 연구의 시사점은 다음과 같다.

단기적인 시사점이다. 첫째, 검사도구 개발 방향에서 컴퓨팅사고력에 대한 합의된 정의가 필요하다. 둘째 합의된 정의에 따른 문제해결과정을 고려하여 문항을 개발해야 하며, 스토리텔링 형태로 하나의 큰 주제 내에 발생할 수 있는 상황을 소재로 문항이 개발되어야 할 것이다. 셋째, 컴퓨터와 관련된 지식을 직접적으로 드러내지 않고 실생활의 주제로 문제를 해결해 나가는 과정을 측정해야 한다. 넷째, 검사 도구가 지향해야 하는 평가의 목적을 확실시 하여 난이도에 대한 적절성을 확립할 필요가 있다.

중장기적으로는 컴퓨팅사고력 관련 역량 측정 검사도구의 검사방법이 CBT(Computer Based Test) 환경에서 이루어짐으로써 직접 프로그램으로 수행할 수 있는지를 측정할 수 있는 환경이 구성되어야 한다. 더 나아가 컴퓨팅사고력 측정 검사도구의 효율적인 검사 환경을 구축해 나갈 수 있도록 다양한 문제 개발 및 평가시스템 구축이 요구된다.

참 고 문 헌

[1] 성태제(2002). **현대교육평가**. 학지사.
 [2] 이지연(2014), 초등학교 대상 사고력 교육의 국내 연구동향 분석. **대한사고개발학회**,

10(3), 43-65
 [3] 교육부(2015). **초중등 교육과정 총론**, 2015개정 교육과정 총론. 교육부.
 [4] The CSTA Standard Task force.(2011). *CSTA K-12 Computer science standards*. CSTA
 [5] DfE.(2013), National Curriculum in England :frame work for key stage 1 to 4, (www.education.gov.uk)
 [6] Zentralabitur KLP (https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/if/KLP_GOSt_Informatik.pdf), QUA-LiS NRW.
 [7] 이원규(2007), **ICT리터러시 검사도구 개발 연구**, 한국교육학술정보원
 [8] The Association for Computing(ACM). *The Association for Information System(AIS), and The computer Society(IEEE-CS)*. The join Task Force for Computing Curricula 2005.
 [9] Wing, J. M. "Computational Thinking", *Commnication of the ACM, Vol. 49*, No.3, pp. 33-35. 2006.
 [10] Denning, P. J. "What is Computation?", A Ubiauity Symposium Opening Statement August. 26. 2010.
 [11] 김자미(2017). 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결 능력. **정보처리 학회지**, 24(2), 13-21.
 [12] 안성진(2015). **Computational Thinking에 대한 이해(정보문화포럼 2016년 연구보고서)**, 서울 : 미래창조과학부, 한국정보화진흥원
 [13] 대구광역시교육연구정보원(2017), 컴퓨팅사고력의 요소와 지도방법 알아보기, **SW교육 담당교원 역량강화 기초과정**.
 [14] 교육부(2015). **소프트웨어운영지침**. 교육부.
 [15] Bring Computiona Thinking to K-12: What is Involved and What is the role of Computer Science Education Community?, Valerie Barr and Chris Stephenson(2011)
 [16] 김자미(2017). 2016년에 공표한 일본의 학습 지도요령과 2015 개정 교육과정 총론의 구성 분석. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 20(4), 1-14.

- [17] 김용민(2017), 초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장을 위한 앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램 개발 및 적용. **한국정보교육학회지**, 19(4), 385-398.
- [18] 오정철(2016), 초등학생의 컴퓨팅사고력 신장을 위한 퍼즐 기반 컴퓨터과학 수업모형 및 프로그램 개발. **한국수산해양교육학회**, 28(5), 1183-1197.
- [19] 서영호(2016), 초등학교 SW교육에서 동료 프로그래밍 교육 방법이 컴퓨팅사고력과 창의성 신장에 미치는 효과 분석. **정보교육학회지**, 20(3), 219-234.
- [20] 김경민(2017), 컴퓨팅사고력 향상을 위한 정보소양교육에 관한 연구. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 20(4), 59-66.
- [21] 한옥영(2017), 비전공자 소프트웨어 교육을 통한 컴퓨팅사고력 향상에 대한 연구. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회 논문집**, 21(1), 139-141.
- [22] 유인환(2016), 소프트웨어 공학 : 컴퓨팅사고력 신장을 위한 SW 개발 프로세스 탐구. **한국정보처리학회**, 5(2), 51-58.
- [23] 초등 CT-STREAM교사연구회(2014), **CT 기반 초등 융합인재교육(CT-STEAM) 프로그램 개발 적용을 통한 초등학생의 융합적 창의력 신장 방안 모색**, 한국과학창의재단
- [24] 성태제(2002), **타당도와 신뢰도**. 학지사
- [25] 윤일규(2010), 정보교과 교수내용지식(PCK) 수준 측정 문항 개발 및 타당화. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 13(6), 23-34.
- [26] 성태제(2005), **문항반응이론의 이해와 적용**. 교육과학사.
- [27] 文部科學省(2017), **情報活用能力 調査(高等學校) 調査結果**. 文部科學省.
- [28] 정용열(2017), 정보교육에서 비버 챌린지(Bebras Challenges)의 활용 가능성과 향후 과제. **한국컴퓨터교육학회 논문지**, 20(5), 1-14.

김민정



2015 수원대학교
정보보호학과(공학사)
2016~현재 고려대학교 교육대학원
컴퓨터교육전공 석사과정
관심분야: 정보교육, 교육평가, 교육과정
E-Mail: minjeong.kim@inc.korea.ac.kr

이원규



1985 고려대학교
영어영문학과(문학사)
1989 츠쿠바대학 이공학연구과
(공학석사)
1993 츠쿠바대학 공학연구과 전자·정보공학
전공(공학박사)
1993~1995 한국문화예술진흥원 문화정보본부
책임연구원
1996~2014 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수
2014~현재 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수
관심분야: 정보교육, 정보표현, 정보관리, 교육정책
E-Mail: lee@inc.korea.ac.kr

김자미



1992 이화여자대학교
교육학과(문학사)
1995 이화여자대학교
교육학과(문학석사)
2011 고려대학교 컴퓨터교육학과(이학박사)
2011~2015 고려대학교 컴퓨터학과 연구교수
2015~현재 고려대학교 교육대학원
컴퓨터교육전공 조교수
관심분야: 정보교육, 교육과정평가, 이러닝
E-Mail: celine@korea.ac.kr