

소프트웨어 교육을 위한 컴퓨팅사고 교육내용 설계 기본 연구

오경선[†] · 안성진^{††}

요 약

현 시대를 소프트웨어 혁명기라하며 이러한 변화의 시대를 살아가는 사람들은 그 무엇보다 컴퓨팅 사고력에 기반으로 문제를 해결하는 소프트웨어 역량이 필요하다. 이러한 역량을 길러내기 위하여 교육기관에서는 컴퓨팅사고력 기반의 문제를 해결하는 소프트웨어 교육을 실시하고자 한다. 이에 본 연구는 소프트웨어 교육을 위한 컴퓨팅 사고 역량을 길러낼 학습내용의 필요성을 인식하고 컴퓨팅사고 역량의 목적에 맞는 학습내용을 개발하기 위해 두 차례에 걸친 전문가 조사를 하였고 이 조사의 결과를 분석하여 컴퓨팅사고의 각 역량을 길러낼 수 있는 내용들을 추출하였다. 향후, 연구결과의 내용을 토대로 컴퓨팅사고역량을 기를 수 있는 교육설계에 밑거름이 되고자한다.

주제어 : 컴퓨팅 사고, 소프트웨어 교육, 프로그래밍 교육

A study on development of educational contents about computational thinking

Kyungsun Oh[†] · Seongjin Ahn^{††}

ABSTRACT

We enter the age of “a software revolution. The core competence for people living in these times as based on software competence to tackle the problem in computational thinking. Solve the problem of the basis of computational thinking to cultivate these competences to adopt a programming. As a result, this text to study is raising the computational thinking competencies for software training in recognition of the need to learn. A couple of times to develop content for the purposes of computational thinking competencies, Two based on the opinions of experts across extract the contents of a computational thinking. Further, these studies based on accident, we look forward to develop in the process of computational thinking competences.

Keywords : Computaional thinking, Software Education, Programming Education

[†] 정 회 원: 성균관대학교 교과교육학과 컴퓨터교육전공 박사수료

^{††} 종신회원: 성균관대학교 교과교육학과 교수(교신저자)

논문접수: 2015년 11월 23일, 심사완료: 2016년 1월 12일, 게재확정: 2016년 3월 10일

1. 서론

현 시대를 일컬어 세상의 모든 것이 소프트웨어에 의해 변화되는 소프트웨어 혁명기라고 한다. 농경 사회가 산업혁명을 거쳐 변화 된 것처럼 기존의 사회는 소프트웨어가 중심이 되어 산업구조와 환경이 디지털로 변화되는 시기를 맞이하고 있다. 이러한 변화의 양상은 각 산업계에 나타나고 있는데, 그 예로 인공지능로봇이 동경대 입학시험을 보게 하는 실험과 구글의 자율 주행 자동차를 개발하여 시행중에 있는 것이 대표적이다. 뿐만 아니라 신문기사, 건강, 금융, 유통 등 전 분야에 걸쳐 소프트웨어의 힘으로 살아남기 위한 조용한 혁명이 진행되고 있는 실정이다[1][2][3]. 따라서 미래사회에 경쟁력을 기르기 위한 방법으로 소프트웨어교육을 내세우며 세계 주요국가에서는 컴퓨터원리를 기반으로 문제를 해결해 내는 컴퓨팅사고력 기반의 한 교육과정을 도입하고 있다. 영국에서는 초중등 학생들에게 “Computing” 교과목을 필수로 이수하도록 정하고 있으며, 미국의 경우 주마다 다른 교육과정을 선택할 수 있기 때문에 컴퓨터교육에 관해서도 국가차원에서의 통일된 교육과정을 제시하고 있지는 않지만 컴퓨팅 사고력의 중요성을 인식하고 이를 위한 교육과정안을 제시하고 연구를 하며 점차 소프트웨어교육을 선택하는 주들이 증가하고 있다[4]. 이외에도 중국, 일본, 이스라엘은 많은 나라들이 양질의 소프트웨어 인재를 양성하기 위해 컴퓨터교육이 중요하다고 보고 국가교육과정으로 편성하고자 노력하고 있다[5]. 한편 국내의 경우도 중등교육에서도 정보과목에서 컴퓨팅사고력 기반으로 한 소프트웨어교육을 하도록 교육 과정을 개정했고 대학의 경우에는 모든 학생들을 대상으로 하는 소프트웨어교육을 실시하기 위한 변화를 꾀하고 있다. 특히 국가 차원에서 미래부에서는 소프트웨어(SW) 중심대학 지원 사업으로 6년간 110억 원을 지원하기로 하여 직업생활과 연관이 깊은 대학에서의 소프트웨어 인재 양성을 위해 힘을 쏟기 위해 노력하고 있다[6].

여기서 잠시 생각 해 볼 것은 소프트웨어 교육이라는 키워드가 단순히 프로그래밍 교육만을 위한 것이 아니라는 것이다. 즉 컴퓨팅사고력 기반

으로 문제를 해결하기 위한 사고 과정을 거쳐 프로그래밍으로 구현하는 전체적인 과정이 구성되어야 한다는 것이다. 이러한 과정보다 프로그래밍만을 강조하다보면 지금 대학생들이 느끼는 ‘피하고 싶은 과목’, ‘어려운 과목’, ‘나랑은 적성에 맞지 않은 과목’으로 실패할 수 있기 때문에 컴퓨팅사고력 기반의 문제 해결하기 위한 소프트웨어교육을 진행하려면 프로그래밍구현하기 전에 컴퓨팅사고력 기반으로 문제를 해결하는 사고역량을 학습할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 컴퓨팅사고력 기반의 문제 해결과정을 근간을 두고 있는 소프트웨어교육을 하기 위해 무엇을 먼저 배워야 하는지 알아보기 위해 관련 자료와 전문가들의 의견을 토대로 내용을 추출하여 분석하고 제시하였다. 이러한 분석 결과는 추후 국내 소프트웨어 교육의 과정을 개발 하는데 방향을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 이론적 배경

2.1 컴퓨팅사고력

Cuny, Snyder, Wing은 컴퓨팅사고력(Computational Thinking)에 대한 정의를 문제를 해결하는 단순 과정이나 프로그래밍이 아니라, 논리화되고 절차화된 사고와 방법론을 통해 컴퓨터과학의 원리와 개념을 바탕으로 문제를 해결하는 사고과정이라고 할 수 있다 하였으며 모든 사람들이 컴퓨팅사고를 통해 다음 같은 일을 할 수 있다고 하였다[7].

- 컴퓨터로 다룰 수 있는 문제를 이해하기
- 문제와 기법과 컴퓨팅도구 사이의 적절성을 평가하기
- 컴퓨팅도구와 기법들의 영향력과 제한점 이해하기
- 새로운 용도로 컴퓨팅기술과 기법의 적용하기
- 새로운 방식으로 컴퓨팅사고를 이용할 기회를 인식하기
- 어떠한 도메인에서도 분할과 정복과 같은 컴퓨팅적 전략을 적용하기

CSTA와 ISTE에서는 컴퓨팅 사고의 요소와 정의를 다음의 9가지 구분하여 제시하였다[8].

<표 1>컴퓨팅사고력 개념과 설명

주요개념	설명
자료수집 (Data Collection)	적당한 정보를 수집하는 과정
자료 분석 (Data Analysis)	데이터의 의미를 만들고, 패턴을 발견하고, 결론을 그리기
자료표현 (Data Representation)	적절한 그래프, 차트, 단어, 이미지 등으로 데이터를 구성하고 묘사하기
문제분해 (Problem Decomposition)	관리할 수 있게 작은 단위로 작업을 나누기
추상화 (Abstraction)	주요 아이디어로 정의하기 위해 복잡성을 줄이기
알고리즘과 절차 (Algorithms & Procedures)	문제를 해결하거나 어떤 결과를 달성하기 위해 단계의 순서를 나열하기
자동화 (Automation)	컴퓨터나 기계를 가지고 반복적이거나 지루한 작업을 수행하기
시뮬레이션 (Simulation)	프로세스의 모델과 표현 모델을 사용하여 실험 중인 실험을 수행하는 것을 포함.
병렬화 (Parallelization)	동시에 공통의 목표에 도달하는 작업을 수행하기 위해 자원을 구성하기.

컴퓨팅사고력은 한 영역에서 사용되는 사고력이 라기보다는 좀 더 다차원적인 사고력들의 조합이라고 볼 수 있다. 즉 CT는 현실 상황에서의 문제를 컴퓨터 관점에서 보고, 효율적이고 생산적으로 문제를 해결하는 사고 능력이라고 할 수 있다. 이것은 컴퓨터관련 문제뿐만 아니라 생활 전반에 걸친 문제들을 인간이 가지고 있는 사고능력을 가지고 문제를 탐색하고 문제를 분석하여 명료화한 다음 해결하기 위한 다양한 방법을 탐색하는 ‘문제해결과정’이다.[9]

한편 2015년 교육부에서 발표한 SW 교육 운영 지침에 의하면 SW교육의 목표를 ‘컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합 인재’로 설정하고 있다. 즉 소프트웨어 교육이란 다양한 문제의 해결방법을 찾기 위해 ‘컴퓨터’를 기반으로 자료를 수집, 분석하고, 문제의 효율적 해결 과정 등을 창조하는 일련의 사고력 기반에 코딩을 할 수 있는 하는 교육을 말한다[10].

이것은 소프트웨어를 단순히 활용할 수 있는 능력을 함양하는데 목적을 두었던 과거와 달리 컴퓨팅사고를 통해 문제를 해결하는 할 수 있는 능력함양을 목적으로 변화된 것을 알 수 있다[11].

최근 국내외 소프트웨어 교육의 핵심을 살펴보

면 문제해결을 하기 위한 컴퓨팅사고와 이를 통한 프로그래밍 작성으로 크게 나누어 볼 수 있다[12]. 즉 문제를 해결하기 위한 사고의 과정에 기초하여 프로그래밍을 접할 수 있는 교육과정으로 진행된다는 것을 알 수 있다. 그러나 기존의 대학에서의 소프트웨어 교육은 컴퓨터과학적 관점의 개발에 중점을 두고 프로그래밍 교육과정으로 접근하려는 경우가 많았다. 이러한 관점에는 문제가 없는 것일까? 라는 연구자의 궁금증으로 프로그래밍 언어를 처음 접하는 학생들의 학습심리를 살펴보게 되었다. 특히 대학생들의 경우 프로그래밍을 처음 접하는 경우 너무나 어렵고 지루한 과목이라 생각하는 경우도 많고 중도에 포기하는 경우도 많이 발생한다는 연구결과가 있었다[13].

이에 대한 원인을 규명하는 연구들이 있었으며 특히 초보자인 경우 인지적 부담감이 크게 작용함으로 인해 프로그래밍을 어려워하고 있고 특히 문제를 이해하고 분석하여 알고리즘을 작성하는 단계에서 어려움을 겪고 있으며 이는 컴퓨팅 사고력과 관계가 있음을 보였다[14].

3. 연구방법

컴퓨팅사고력은 각 요소를 종합적으로 아우르는 사고이기 때문에 각 요소를 역량이라는 관점으로 볼 필요가 있다. 따라서 이번 연구의 목적은 학생들에게 필요한 컴퓨팅사고 역량을 키울 수 있는 교육 내용을 개발하여 미래사회를 준비할 효과적인 SW교육이 될 수 있는 방향성을 제시하고자 한다.

3.1 연구 도구와 절차

본 연구에서는 컴퓨팅사고역량의 내용을 추출하기 위하여 각 역량의 구체적인 내용들을 2차에 걸친 전문가 설문 과정을 통하여 전문가 집단 간의 합의를 도출함으로 타당성을 검증하였다. 현재 컴퓨팅사고역량에 대한 교육과정도입은 정보교과의 핵심으로 인식되고 개정되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구의 전문가로는 교육현장에서 10년 이상 정보교과를 담당하고 있는 중등교사와

컴퓨터교육전공 박사과정과 박사와 컴퓨터교육의 강의와 연구경력이 있는 대학교교수를 대상으로 선정하고 모바일과 인터넷을 이용하여 조사를 실시하였다.

각 단계별 참여 인원과 응답자 수는 다음과 같다.

<표 2> 전문가특성

전문가		1차		2차		비고
		전문가 (명)	응답 (명)	전문가 (명)	응답인 (명)	
컴퓨터교육전공	교사	10	10	10	10	교육 10년 이상
	박사와 박사과정	4	4	4	3	
컴퓨터과학전공	대학 교수자	5	4	4	4	교육 10년 이상
	박사	1	1	1	1	

1차 측정도구를 작성하기 위해 컴퓨팅사고역량을 향상시킬 수 있는 요소의 역량의 목적과 내용을 국내외 관련 연구 자료와 전문가 의견을 통해 <표3>과 같이 목적을 정의하였고 이에 따른 문항 개발을 하였다[8][15][16][17].

<표 3> 컴퓨팅사고역량과 목적

주요역량	목적
자료수집 (Data Collection)	컴퓨팅도구를 활용하여 문제를 이해하기 위해 필요한 자료를 검색하고 모을 수 있는 능력
자료 분석 (Data Analysis)	수집된 자료를 분류하고 분석하여 관계를 파악할 수 있는 능력
자료표현 (Data Representation)	컴퓨팅도구를 활용하여 다양한 표현방법을 적절히 선택하여 시각화 할 수 있는 능력
문제분해 (Problem Decomposition)	문제를 독립적으로 해결할 수 있는 작은 단위로 나눌 수 있는 능력
추상화(Abstraction)	불필요한 요소를 제거하여 문제의 복잡성을 줄여 핵심요소를 추출 할 수 있는 능력
알고리즘과 절차 (Algorithms & Procedures)	문제 해결을 위한 과정을 순서적인 절차로 나열하고 적절하게 배치할 수 있는 능력
자동화(Automation)	주어진 문제 중에 반복적인 패턴을 찾아 체계화 하는 능력
시뮬레이션(Simulation)	실제와 유사한 환경에서 프로세스를 모델화 하고 그 모델을 대상으로 'what-if'를 예측할 수 있는 능력
병렬화(Parallelization)	공동의 목표를 달성하기 위해 모든 작업을 동시에 일어날 수 있도록 구성할 수 있는 능력

이러한 문항이 각 9가지 컴퓨팅사고역량을 향상 시키기에 적합한지 타당하지 알아보기 위해 1차 설문조사에서는 폐쇄형 질문으로 적합 또는 부적합을 선택하도록 하였으며 각 9가지 역량마다 추가적으로 배워야할 내용에 대한 개방형질문을 통해 작성하도록 하였다. 폐쇄형과 개방형 질문을 통해 나온 문항을 다시 분석하여 2차 설문지를 작성하였다.

<표 4> 설문지 문항 구성

역량	문항		폐쇄형 질문 범주	비고
	1차	2차		
자료수집	4문항	5문항	자료의 이해 자료 수집 방법	1차 설문의 경우 각 역량마다 필요한 내용을 개방형 질문으로 수집하였음.
자료 분석	6문항	4문항	자료 분류 자료구조화 자료 분석기법 자료 분석도구의 활용	
자료의 표현	4문항	4문항	자료의 유형 자료의 시각화	
문제분해	4문항	7문항	문제분석 문제의 구조화 문제분해방법 문제분해의 적합성	
추상화	3문항	3문항	핵심요소의 추출	
알고리즘과 절차	7문항	7문항	알고리즘의 이해 알고리즘의 표현 알고리즘의 평가	
자동화	3문항	7문항	문제분석 자동화 사고과정의 체계화 실현	
시뮬레이션	3문항	5문항	모델링방법 모델링표현 예측방법	
병렬화	3문항	3문항	병렬화 가능조건 프로그래밍 병렬화 병렬화 과정 설계	

여러 단계에 걸친 수집된 자료를 분석하기 위하여 다음과 같은 연구방법을 진행하였다.

첫째, 국내외 관련 연구 자료와 전문가 의견을 통해 문항 개발을 한 설문지를 통하여 1차 전문가 조사를 실시하였으며 폐쇄형과 개방형을 질문받아 폐쇄형 질문 문항의 적합성을 알아보기 위해 타당도분석을 하였으며 개방형 질문의 내용을 토대로 추가적인 내용까지 추가하여 설문지 재구성하였다.

둘째, 1차의 결과를 통대로 재구성한 설문지로 전문 전문가를 대상으로 2차 설문을 리커드 6점 척도로 실시하였다. 그 결과를 가지고 측정하고자 하는 내용들이 각 역량에 적합한지 알아보기 위해 타당도 분석을 실시하였으며, 측정하는 내용들의 신뢰도를 측정하기 위해 신뢰도 분석을 실시하였다.

이상의 분석을 위하여 한글 PASW 18.0을 사용하였다.

4. 연구 결과와 해석

전문가 조사 방법에서 정확한 추정치를 얻기 위해 신뢰도와 타당도, 안정도 검증 등 여러 가지 통계분석 방법을 활용한다. 따라서 타당도는 Lawshe(1975)이 제시한 내용 타당도 비율(CVR)로 검증하고 신뢰도는 문항 내적 일관성 신뢰도(Cronbach's α)로 판별한다. 또한 안정도는 반복되는 질문의 일치성이 높은 경우 더 이상 설문을 하지 않아도 됨을 의미하는 것으로 표준편차를 산술평균으로 나눈 변이계수를 사용한다[18].

1차 설문의 경우는 문항의 적합성을 구성하기 위한 목적이었기 때문에 내용 타당 비율로만 결과를 분석하였다. 본 연구에서는 19명의 설문응답자이기 때문에 20명을 기준으로 CVR값이 최소 0.42 값 이상이면 타당하다고 보았다. 이 결과 자료수집에서는 한 개의 내용이 자료 분석 역량에서는 두 개의 내용이 문제 분해의 역량에서는 한 개의 내용이 적합하지 않은 것으로 나왔다.

2차 설문의 경우 적합하지 않은 내용을 제거하고 추가적인 내용을 토대로 문항을 재구성하여 실시했다. 따라서 2차 설문 18명의 응답자를 기준으로 내용 타당 비율(CVR) 값이 최소 0.42 값 이상인 문항과 응답의 안정도를 확보하기 위한 변이계수가 0.5 이하의 값을 가지면서 문항 내적 일관성 신뢰도의 값이 0.6 이상인 문항을 선정하였다.

4.1 1차 조사 분석 결과

1차 설문의 결과 폐쇄형 질문의 경우 CVR값이 최소 0.42 이상인 문항이 총 39개 문항 중 35개

였고 4개 문항이 최소 요구 값을 만족하지 못했다.

컴퓨팅 도구를 활용하여 문제를 이해하는데 필요한 자료를 검색하고 모을 수 있는 역량의 목적을 지닌 자료수집의 내용으로 검색 시스템 평가 방법이 적합하지 않다고 보았다. 이는 단순히 컴퓨팅 기술을 이용하는 것이 아니라 무슨 자료가 필요한지에 대한 사고부터 이러한 자료를 수집할 수 있는 부분이 중요한 것이라는 의미가 내포됨을 알 수 있다.

수집된 자료를 분류하고 분석하여 관계를 파악할 수 있는 역량의 목적을 지닌 자료 분석의 내용으로는 컴퓨팅으로 해결 가능한 문제를 구별하여 분류하여 관계를 파악하여 분석하는 것이 적합하다고 보았다.

문제를 독립적으로 해결할 수 있는 작은 단위로 나눌 수 있는 역량의 목적을 지닌 문제분해의 내용에서는 작은 단위 간의 연결(인과관계) 이전에 이루어져야하는 작은 문제 간의 응집 도는 높이고 결합도가 낮은 단위로의 분해가 무엇보다도 중요한 요소임 알 수 있다.

<표 5> 1차 설문결과

역량	배워야할 내용	CVR
자료수집	색인어검출	0.889
	멀티미디어정보검색	0.444
	검색기법의 분석	0.556
	지능형 검색 기법	0.556
자료 분석	컴퓨팅으로 해결 가능한 문제구분	0.889
	데이터 그룹핑(분류)	0.778
	분류 데이터들 간의 관계	0.889
	자료의 분석기법	0.444
자료의 표현	다양한 표현방법과 장단점에 대한 분석	0.889
	글을 이용하여 표현하는 방법	0.556
	도표나 다이어그램을 이용하여 표현하는 방법	0.778
	그림을 이용하여 정보를 표현하는 방법	0.556
문제의 분해	작은 단위 문제의 식별	0.667
	문제의 구조적이해-논리의 피라미드	0.778
	문제 분해 - 분할과 정복 알고리즘.	0.667
추상화	Data 추상화 : 데이터로 나타낼 수 있는 핵심요소 추출	0.889
	기능추상화 : 기능적으로 나타낼 수 있는 핵심요소 추출	0.889
	Story 추상화 : 일반적인 이야기 속에서	0.556

	핵심적인 요소를 추출	
알고리즘	순차구조, 제어구조, 반복구조	0.889
	알고리즘의 표현 - 의사코드, 자연어, 그림	0.889
	기본알고리즘	1
	정렬알고리즘	0.889
	탐색과 전략 알고리즘	0.778
	알고리즘의 평가- 효율성, 정확성	0.444
	최적의 문제해결 방법 선택	0.667
자동화	융합적인 문제 분석	0.444
	분석한 문제에 반복 규칙을 찾아내어 표현	0.889
	실험	0.778
시뮬레이션	복잡한 현상에서 요소 추출, 상태전이도 표현	0.778
	(인간의 사고)프로그램실행예측	0.889
	(컴퓨터시스템과 인간의 사고)프로그래밍 작동과 에러 수정	0.667
	(컴퓨터시스템)프로그램 실행 예측	0.667
병렬화	병렬화가 가능한 문제의 구별	0.889
	병렬 프로그래밍 설계	0.667
	문제(story) 병렬화 과정 설계	0.889

4.2 2차 조사 분석 결과

1차 설문 결과를 토대로 개방형 질문의 문항들을 추가하여 다시 재구성하여 조사를 실시한 결과 CVR값이 최소 0.42이상인 문항이 총 45문항 중 42문항이었고 3개 문항이 최소 요구 값을 만족하지 못했다. 적합하지 못한 문항을 제거한 후 문항내적일관성신뢰도(Cronbach's α) 모든 역량에서 0.6이상의 값을 얻을 수 있었다. 좀 더 문항의 재검사가 필요한 것인지 알기위해 변이계수를 구한 결과 문제 분해역량에서 '응집도와 결합 도를 고려한 문제분해의 적합성 판별' 내용이 재검사가 필요함을 알 수 있었다. 그러나 이 문항의 경우 타당도와 신뢰도가 확보되었기 때문에 문항에서 제거 될 필요는 없기에 포함하도록 한다.

컴퓨팅사고역량을 권정인(2014)의 연구를 토대로 각 요소를 3개로 범주화 하여 나타내면 다음과 같다[19].

<표 6> 2차 설문결과

역량	배워야할 내용	CVR	변이 계수	Cronbach 알파
자료 수집	색인어검출	1	0.233	.886
	멀티미디어정보검색	0.778	0.274	
	검색기법의 분석	0.778	0.260	
	문제해결을 위한 자료의	0.889	0.317	

	식별			
자료 분석	지능형 검색 기법	0.889	0.293	.961
	컴퓨팅으로 해결 가능한 문제구분	0.889	0.245	
	데이터 그룹핑(분류)	1	0.240	
	분류 데이터들간의 관계	0.889	0.245	
	자료의 분석	0.889	0.270	
	다양한 표현방법과 장단점에 대한 분석	0.889	0.290	
자료의 표현	글을 이용하여 표현하는 방법	0.556	0.309	.924
	도표나 다이어그램을 이용하여 표현하는 방법	0.889	0.249	
	그림을 이용하여 정보를 표현하는 방법	1	0.235	
문제의 분해	작은 단위 문제의 식별	0.444	0.487	.606
	절차기반분해	0.556	0.475	
	자료위주분해	0.778	0.356	
	응집도와 결합도를 고려한 문제분해의 적합성 판별	0.444	0.530	
추상화	Data 추상화 : 데이터로 나타낼 수 있는 핵심요소 추출	0.889	0.261	.936
	기능추상화 : 기능적으로 나타낼 수 있는 핵심요소 추출	1	0.256	
	Story 추상화 : 일반적인 이야기 속에서 핵심적인 요소를 추출	0.888889	0.267	
알고리즘	순차구조, 제어구조, 반복구조	1	0.211	.976
	알고리즘의 표현 - 의사코드, 자연어, 그림	1	0.215	
	기본알고리즘	0.889	0.252	
	정렬알고리즘	1	0.241	
	탐색과 전략 알고리즘	1	0.235	
	알고리즘의 평가- 효율성, 정확성	0.889	0.264	
	최적의 문제해결 방법 선택	1	0.227	
자동화	융합적인 문제 분석	0.889	0.264	.968
	자동화 사고과정	1	0.221	
	속성 특징 선택	0.889	0.2512991	
	생성방식 특징 선택	0.889	0.230	
	분류척도 구성	0.889	0.252	
	반복적인 규칙 표현	1	0.225	
시뮬레이션	체계화된 반복되는 규칙의 정확성 평가(실험)	0.889	0.252	.936
	문제에서 요소 추출과 관계 표현	1	0.232	
	모델의 테스트 시나리오 작성	1	0.231	
	(컴퓨터시스템과 인간의 사고)프로그래밍 작동과	1	0.237	

병렬 화	에러 수정 (컴퓨터시스템)프로그램 실행 예측	1	0.257	.950
	(인간의 사고) 프로그래밍 실행 예측	0.889	0.250	
	병렬화가 가능한 문제의 구별	1	0.238	
	병렬 프로그래밍 설계	0.889	0.250	
	문제(story) 병렬화 과정 설계	1	0.241	

4.2.1 문제이해 영역의 내용분석 결과

자료수집 요인에서 전체 문항의 문항내적일관성 신뢰도는 .886으로 매우 높은 신뢰 수준을 보였으며 각 문항별 적합성에 대한 결과는 다음과 같다. 변이계수는 0.23~0.31으로 전체 문항이 .50 이하의 값으로 응답의 일치성을 보임으로써 추가 조사는 필요 없는 것으로 나타났다. 또한 선정된 문항들의 내용 타당도 비율 CVR 값은 0.778~1.00으로 모든 문항이 최소 요구값 .042를 만족하는 범위에 있었다. 주어진 문제를 해결하기 위해 필요한 자료가 무엇인지 생각하고 검색할 수 있는 방법에 대한 내용이 필요가 있음을 나타낸 것으로 보인다.

자료 분석 요인에서 전체 문항의 문항내적일관성 신뢰도는 .961으로 매우 높은 신뢰 수준을 보였으며 각 문항별 적합성에 대한 결과는 다음과 같다. 변이계수는 0.24~0.27으로 전체 문항이 .50 이하의 값으로 응답의 일치성을 보임으로써 추가 조사는 필요 없는 것으로 나타났다. 또한 선정된 문항들의 내용 타당도 비율 CVR 값은 0.889~1.00으로 모든 문항이 최소 요구 값 .042를 만족하는 범위에 있었다. 컴퓨팅으로 해결 가능한 문제에서는 자료 분석이 의미가 있고 수집된 자료를 분류하여 관계를 파악하는 방법적 내용들이 자료 분석 역량을 향상시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

자료표현 요인에서 전체 문항의 문항내적일관성 신뢰도는 .924으로 매우 높은 신뢰 수준을 보였으며 각 문항별 적합성에 대한 결과는 다음과 같다. 변이계수는 0.23~0.30으로 전체 문항이 .50 이하의 값으로 응답의 일치성을 보임으로써 추가 조사는 필요 없는 것으로 나타났다. 또한 선정된 문항들의 내용 타당도 비율 CVR 값은 0.556~1.00으로 모든 문항이 최소 요구 값 .042를 만족하는 범위에 있었다. 자료들을 시각화 할 수 있는 다양

한 표현방법의 장단점을 알아 적절하게 표현할 수 있는 방법들이 자료표현 역량에 필요한 내용임을 나타낸 것으로 보인다.

4.2.2 해결책의 설계 영역의 내용분석 결과

문제분해 요인에서 전체 문항의 문항내적일관성 신뢰도는 .606으로 신뢰할 수 있는 수준을 보였으며 각 문항별 적합성에 대한 결과는 다음과 같다. 1차 설문에서 문제의 분해역량에서 '문제의 구조적 이해'는 2차 설문결과 적합하지 않다고 결과가 나와 문항을 제거 하였다. 이것은 문제분해의 역량에 도움은 될 수 있지만 그 내용과는 직접적인 관련이 없다고 볼 수 있다는 것으로 해석할 수 있다. 또한 '문제의 단계적 분해과정의 이해'는 1차 설문의 결과 추가적인 문항으로 재구성하였지만 CVR값이 0.42이상을 만족하지 않았기 때문에 부적합하다 판별이 되어 문항을 제거 하였다. 적합하다고 선정된 문항들의 내용 타당도 비율 CVR 값은 0.556~1.00으로 모든 문항이 최소 요구 값 .042를 만족하는 범위에 있었다. 또한 안정성을 검증한 결과 변이계수는 0.35~0.53으로 응집도와 결합 도를 고려한 문제분해의 적합성 판별문항이 .50이상의 값으로 응답하여 추가 조사가 필요함을 나타내었고 나머지 문항들은 0.50 이하의 값으로 응답의 일치성을 보임으로써 추가 조사는 필요 없는 것으로 나타났다. 따라서 문제분해는 독립적으로 해결할 수 있는 작은 단위로 나눌 수 있는 방법을 통해 해당 역량이 향상된다는 의미로 해석 할 수 있다.

추상화 요인에서 전체 문항의 문항내적일관성 신뢰도는 .936으로 매우 높은 신뢰 수준을 보였으며 각 문항별 적합성에 대한 결과는 다음과 같다. 변이계수는 0.25~0.27으로 전체 문항이 .50이하의 값으로 응답의 일치성을 보임으로써 추가 조사는 필요 없는 것으로 나타났다. 또한 선정된 문항들의 내용 타당도 비율 CVR 값은 0.889~1.00으로 모든 문항이 최소 요구 값 .042를 만족하는 범위에 있었다. 불필요한 요소를 제거하여 문제의 복잡성을 줄여 핵심요소를 추출할 수 있는 역량의 목적을 가지고 있는 추상화는 데이터와 기능 추상화 뿐 아니라 이야기 기속에서 핵심적인 요소를

뽑아 낼 수 있는 내용들로 향상될 수 있다는 것을 알 수 있다.

알고리즘 요인에서 전체 문항의 문항내적일관성 신뢰도는 .976으로 매우 높은 신뢰 수준을 보였으며 각 문항별 적합성에 대한 결과는 다음과 같다. 변이계수는 0.21~0.27으로 전체 문항이 .50이하의 값으로 응답의 일치성을 보임으로써 추가 조사는 필요 없는 것으로 나타났다. 또한 선정된 문항들의 내용 타당도 비율 CVR 값은 0.889~1.00으로 모든 문항이 최소 요구 값 .042를 만족하는 범위에 있었다. 기본적인 구조로 알고리즘을 표현하고 좀더 다양한 알고리즘을 접하거나 표현하여 상황에 맞는 알고리즘을 평가하여 최적의 문제해결방법을 찾아 낼 수 있는 내용이 알고리즘의 역량을 높일 수 있다는 것을 알 수 있다.

4.2.3 최선책의 선택영역의 내용분석 결과

자동화 요인에서 전체 문항의 문항내적일관성 신뢰도는 .968으로 매우 높은 신뢰 수준을 보였으며 각 문항별 적합성에 대한 결과는 다음과 같다. 변이계수는 0.22~0.27으로 전체 문항이 .50이하의 값으로 응답의 일치성을 보임으로써 추가 조사는 필요 없는 것으로 나타났다. 또한 선정된 문항들의 내용 타당도 비율 CVR 값은 0.889~1.00으로 모든 문항이 최소 요구 값 .042를 만족하는 범위에 있었다. 주어진 문제 중에 반복적인 패턴을 찾아 체계화하여 내재화하는 역량을 목적을 지닌 자동화의 경우 문제 속에서 데이터를 탐색하여 특징을 선택하고 분류척도를 마련하여 패턴을 찾아 표현하여 정확성을 평가하는 과정에서 향상된다는 것으로 해석될 수 있다.

시뮬레이션 요인에서 전체 문항의 문항내적일관성 신뢰도는 .936으로 매우 높은 신뢰 수준을 보였으며 각 문항별 적합성에 대한 결과는 다음과 같다. 변이계수는 0.23~0.26으로 전체 문항이 .50이하의 값으로 응답의 일치성을 보임으로써 추가 조사는 필요 없는 것으로 나타났다. 또한 선정된 문항들의 내용 타당도 비율 CVR 값은 0.889~1.00으로 모든 문항이 최소 요구 값 .042를 만족하는 범위에 있었다. 모델링 하여 모델의 테스트 시나리오를 작성하여 표현하는 방법과 여러

가지 변수에 대한 결과를 예측하는 사고의 방법적 내용들이 시뮬레이션 역량을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

병렬화 요인에서 전체 문항의 문항내적일관성 신뢰도는 .950으로 매우 높은 신뢰 수준을 보였으며 각 문항별 적합성에 대한 결과는 다음과 같다. 변이계수는 0.23~0.25으로 전체 문항이 .50이하의 값으로 응답의 일치성을 보임으로써 추가 조사는 필요 없는 것으로 나타났다. 또한 선정된 문항들의 내용 타당도 비율 CVR 값은 0.889~1.00으로 모든 문항이 최소 요구 값 .042를 만족하는 범위에 있었다. 공동의 목표를 달성하기 위해 모든 작업이 동시에 일어날 수 있도록 구성하기 위하여 병렬화가 가능한 문제를 구분하고 병렬화 과정을 설계하여 표현하는 내용들이 병렬화 역량을 높일 수 있다는 것을 알 수 있다.

1차,2차 전문가 조사 분석을 통해 도출한 컴퓨팅 사고의 9가지 각 역량에 적합한 내용을 시각화 하여 제하면 <그림 1>과 같다.

5. 결론

디지털사회를 살아가는 사람들에게는 컴퓨팅사고력 기반의 문제해결능력은 읽고/쓰고/셈하는 능력(3R)과 마찬가지로 누구나 필요한 교육이 되어야 한다. 특히 소프트웨어교육은 컴퓨팅사고력을 기반으로 문제를 해결하는 사고 과정의 전체를 의미한다. 프로그래밍으로 구현한다는 것은 이모든 컴퓨팅사고력을 토대로 실현할 수 있는 구체적인 산물로 표현할 수 있는 것이다. 따라서 프로그래밍을 배우기 전에 컴퓨팅사고력으로 문제를 해결할 수 있는 역량을 키울 수 있는 내용을 학습하여 사고를 할 수 있는 안목을 길러야 한다.

이를 위해 컴퓨팅 사고의 각 요소의 역량을 기를 수 있는 내용을 추출하기 위하여 전문가들의 의견을 종합적으로 조사 분석하여 제시할 수 있었다.

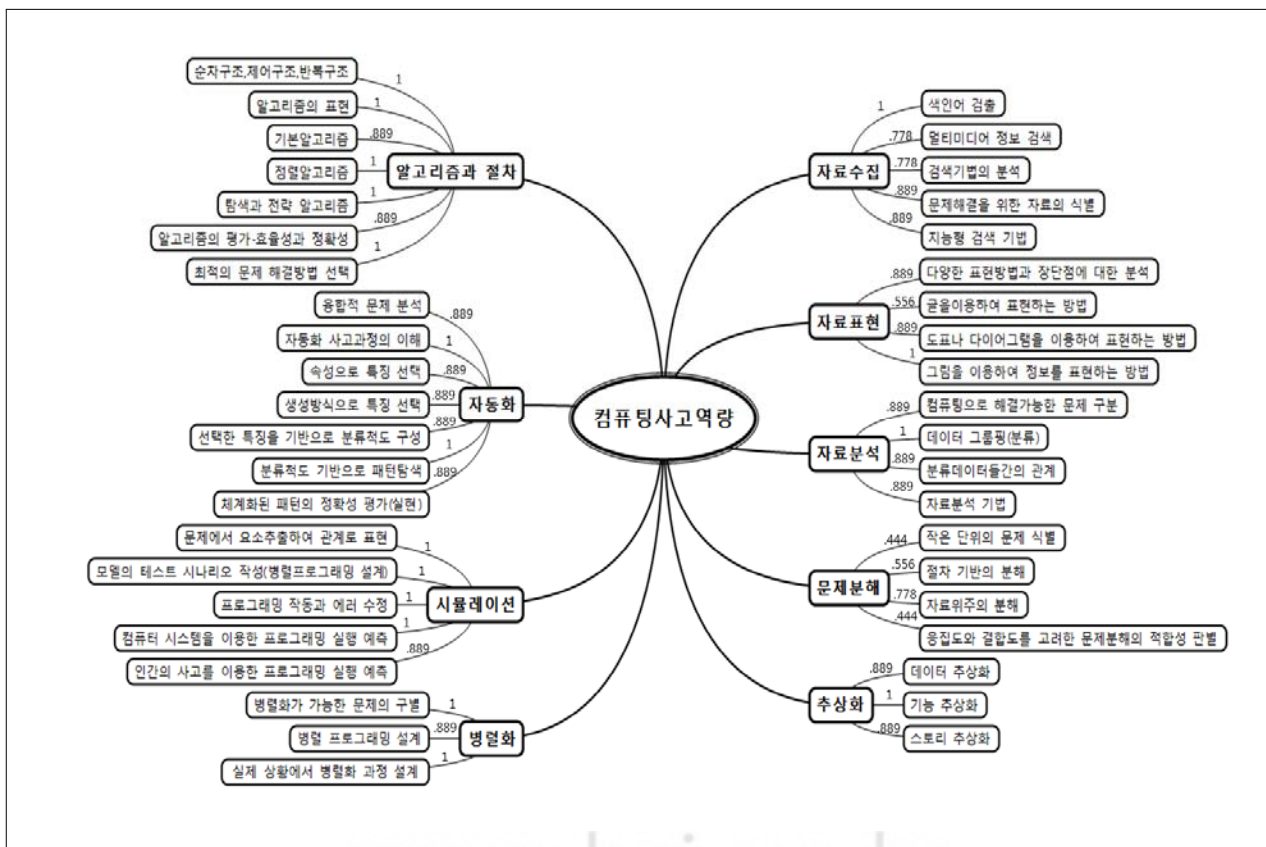
자료수집의 경우 주어진 문제를 해결하기 위해 필요한 자료가 무엇인지 생각하고 검색할 수 있는 방법에 대한 내용으로 구성하고 자료 분석의

경우 컴퓨팅으로 해결 가능한 문제에서는 자료 분석이 의미가 있고 수집된 자료를 분류하여 관계를 파악하는 방법적 내용들이 각 역량을 향상시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 자료 표현의 경우 자료들을 시각화 할 수 있는 다양한 표현방법의 장단점을 알아 적절하게 표현할 수 있는 방법들로 구성하고 문제분해는 독립적으로 해결할 수 있는 작은 단위로 나눌 수 있는 방법을 통해 해당 역량이 향상된다는 의미로 해석할 수 있었다. 추상화는 데이터와 기능 추상화 뿐 아니라 이야 기속에서 핵심적인 요소를 뽑아 낼 수 있는 내용들로 향상될 수 있다는 것을 알 수 있었고 알고리즘의 경우 기본적인 구조로 알고리즘을 표현하고 좀 더 다양한 알고리즘을 접하거나 표현하여 상황에 맞는 알고리즘을 평가하여 최적의 문제해결방법을 찾아 낼 수 있는 내용을 통해 역량이 향상될 수 있다는 것을 살펴 볼 수 있었다. 자동화의 경우 문제 속에서 데이터를 탐색하여 특징을 선택하고 분류척도를 마련하여 패턴을 찾아 표현하여 정확성을 평가하는 과정에서 향상

된다는 것으로 해석될 수 있었으며 모델링 하여 모델의 테스트 시나리오를 작성하여 표현하는 방법과 여러 가지 변수에 대한 결과를 예측하는 사고의 방법적 내용들이 시뮬레이션 역량을 향상시킬 수 있음을 알 수 있었다. 마지막으로 공동의 목표를 달성하기 위해 모든 작업이 동시에 일어날 수 있도록 구성하기 위하여 병렬화가 가능한 문제를 구분하고 병렬화 과정을 설계하여 표현하는 내용들이 병렬화 역량을 높일 수 있다는 것을 알 수 있었다.

따라서 이 후에 연구에서는 여기서 추출한 각 역량을 기르기 위한 내용을 통하여 현명한 소프트웨어교육이 되도록 재구성하여 교육과정을 수립해야 할 것이다.

<그림 1> 컴퓨팅사고 각 역량별 내용



참 고 문 헌

- [1] 오경수(2013. 10. 13). 소프트웨어(SW) 혁명. <http://www.etnews.com/201310110436>
- [2] 백일승(2015). 소프트웨어 전쟁, 세상의 변화. <http://www.slideshare.net/ssuserd531e4/it-46759916>
- [3] 박형준(2014. 11. 3). 인공지능 로봇. <http://news.donga.com/rel/3/all/20141103/67621288/1>
- [4] 박효민(2014). 글로벌 소프트웨어 교육 현황 및 교육 도구 동향. KISA.
- [5] 정정숙, 김현철(2015). 컴퓨터 교육과정의 변화 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 18(1), 45-54.
- [6] 이연희(2015. 7. 21.). 소프트웨어 중심대학. <http://news.unn.net/news/articleView.html?idxno=149413>.
- [7] Jan Cuny, Larry Snyder and Jeannette M. Wing(2010). *Demystifying Computational Thinking for Non-Computer Scientists*. Work in progress, 2010.
- [8] The Computational Thinking Teacher Resources(2011). http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/472.11CTTeacherResources_2ed-SP-vF.pdf
- [9] 안성진 외 15인(2014). **Computational Thinking & 창의적 문제 해결 방법론**. 이한미디어.
- [10] 소프트웨어중심사회. <http://www.software.kr>
- [11] 최숙영(2015). 초중고에서의 소프트웨어 교육 강화에 따른 문제점과 그 해결방안. **한국컴퓨터교육학회논문지**, 18(3), 93-104.
- [12] 국내외 SW교육 운영현황과 요구사항 조사(2014). http://leadingschool.kr/file/NIPA_20141016.pdf
- [13] 최현중(2011). 대학 프로그래밍 강좌를 위한 프로그래밍 교육 프레임워크. **한국컴퓨터교육학회논문지**, 14(1), 69-79.
- [14] 안성진, 오경선(2015). 컴퓨터가 어려운이유와 컴퓨팅사고력관계성연구. **한국컴퓨터교육학회논문지**, 18(5), 55-62.
- [15] IEEE/ACM(2013). *CS2013 Final Report*. <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>

- [16] The College Board(2015). *AP Computer Science Principles Curriculum Framework*. <https://advancesinap.collegeboard.org/stem/computer-science-principles>
- [17] NCIC(2015). 2015 정보교과개정시안. <http://ncic.re.kr/nation.dwn.ogf.inventoryList.do>
- [18] Lawshe, C. H.(1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*. 28(4), 563 - 575.
- [19] 권정인(2014). **Computational thinking 기반의 교수-학습이 학습자의 창의적 문제해결에 미치는 효과성 연구**. 박사학위 논문, 성균관대학교.



오 경 선

1999 상명대학교
전산학과(학사)
2002 상명대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)

2011~현재 성균관대학교 컴퓨터교육과
박사과정

관심분야: SW교육, 컴퓨팅사고력, 프로그래밍교육
E-Mail: skyal@skku.edu



안 성 진

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

1998 성균관대학교 정보공학과(박사)
1990~1995 KIST/SERI 연구원
1996 정보통신기술사
1999~현재 성균관대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: SW교육, 정보윤리, 정보보안
E-Mail: sjahn@skku.edu