

초등학생의 컴퓨팅 사고력 구성요소 간의 경로 분석 연구

이재호* · 장준형**

경인교육대학교 컴퓨터교육과* · 오마초등학교**

요약

불확실한 미래를 살아가야 하는 미래 세대들이 배양해야 할 핵심역량은 무엇인가에 대한 논의가 뜨겁다. 미래 사회는 소프트웨어에 의해 작동되는 소프트웨어 중심사회가 될 것으로 예측하고 있다. 이러한 상황에서 전 세계적으로 소프트웨어 교육에 대한 관심이 폭발적으로 증가하고 있는 상황이며, 소프트웨어 교육을 통한 컴퓨팅 사고력 계발에 대한 관심도 증가하고 있는 상황이다. 이와 더불어 컴퓨팅 사고력은 무엇이며, 어떤 역량들로 구성되는가에 대한 논의도 활발하게 진행되고 있으나, 컴퓨팅 사고력을 구성하는 역량 요소들 간의 관계에 대한 연구는 상대적으로 미흡한 상황이다. 이런 문제점을 해결하고자 본 연구는 다음과 같은 단계로 진행하였다. 첫째, 컴퓨팅 사고력의 5가지 역량 요소를 선정하였다. 둘째, 컴퓨팅 사고력의 역량 요소 간 관계성을 분석할 수 있는 경로 도형을 설정하였다. 셋째, 컴퓨팅 사고력을 검사할 수 있는 검사도구를 선정하였다. 넷째, 초등학교 3학년부터 6학년까지의 학생 801명을 대상으로 컴퓨팅 사고력 검사를 실시하였다. 다섯째, 컴퓨팅 사고력 검사 결과를 바탕으로 다양한 관점의 분석을 실시하여 시사점을 도출하였다.

키워드 : 컴퓨팅 사고력, 컴퓨팅 사고력 검사, 자동화, 알고리즘, 문제분해

A Study on Path Analysis Between Elementary School Students' Computational Thinking Components

Jaeho Lee* · Junhyung Jang**

Dept. of Computer Education, Gyeongin Nat'l University of Education · Oma Elementary School

Abstract

There is a hot debate about what the core competencies of future generations, who have to live an uncertain future, should cultivate. The future society is expected to become a Software-oriented Society driven by software. Under these circumstances, interest in software education is exploding around the world, and interest in cultivating computational thinking through software education is also increasing. Also, discussions about what computational thinking is and what competence factors are made up are in progress. However, the research on the relationship between the competence factors of computational thinking is relatively insufficient. In order to solve this problem, this study proceeded as follows. First, five competence factors of computational thinking were selected. Second, we defined a path model to analyze the relationships among the competence factors of computational thinking. Third, we chose a test tool to test computational thinking. Fourth, the computational thinking tests were conducted for 801 students in grades 3 through 6 of elementary school. Fifth, implications were derived by analyzing various viewpoints based on the results of the computational thinking test.

Keywords : Computioinal Thinking, Computioinal Thinking Test, Automation, Algorithm, Decomposition

교신저자 : 장준형(오마초등학교)

논문투고 : 2020-03-03

논문심사 : 2020-03-17

심사완료 : 2020-04-07

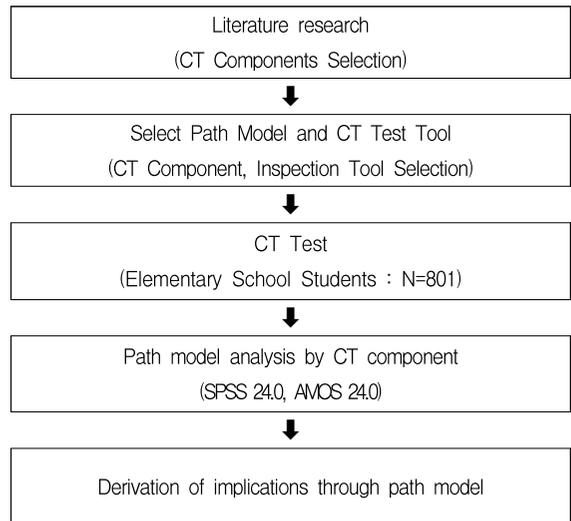
1. 연구의 필요성 및 목적

자넷 윙(2006)은 컴퓨팅 사고력(CT: Computational Thinking)을 컴퓨터 관련 전문종사자가 아닌 모든 학생이 배워야 할 기본적인 미래 역량이라고 하였다[1]. 자넷 윙의 이러한 주장은 21세기 디지털혁명의 가속화에 따른 교육의 변화를 추구하는 각국의 컴퓨팅 교육에 적극적으로 반영되었다. 미국은 2011년 컴퓨터 과학 교육 과정을 제시하여 각 주에 도입하도록 하고, 영국은 2014년 컴퓨팅 교육을 정규과목으로 채택하여 5세부터 교육을 하고 있으며, 프랑스는 2016년 소프트웨어 교육을 중학교 정규 과목으로 도입하였다[2]. 또한, 이웃한 일본, 중국도 융합 교육을 중심으로 컴퓨팅 교육을 실시하고 있다[2]. 우리나라는 2015 개정교육과정을 통하여 초·중·등교육에 소프트웨어 교육을 실시하게 되었다. 각국에서 실시되는 소프트웨어 교육, 컴퓨팅 교육의 공통점은 CT의 양성을 교육의 주요 목표로 제시하고 있다. 2015 개정교육과정의 정보 교과에서 추구하는 주요 역량 중의 하나도 CT이다[3].

CT 관련 연구는 2015년 이후 급격하게 늘어났으며 2015년부터 2018년까지 국내 주요학술지 4곳에 제출된 논문 편수는 138편으로 매우 활발한 편이다[4]. 하지만 이예화(2019)는 CT 관련 연구가 확대되고 있는 반면 CT를 어떻게 형성하고 촉진할 수 있는지에 대한 교육적 현상을 관찰하고 그 과정을 심층적으로 분석하는 연구는 부족하다고 하였다[4]. CT에 대한 연구가 교수학습도구나 프로그램의 개발뿐만 아니라 CT 교육을 현장에 적용하기 위한 CT 구성요소간의 심층적인 분석 연구가 필요하다.

본 연구에서는 CT 구성요소는 각각의 독립된 역량이 아닌 상호 간에 직·간접적으로 영향을 주고받는다라는 가설을 경로 분석을 통하여 검증하였다.

본 연구를 통해 얻을 수 있는 교육적 의의를 요약하면 다음과 같다. 첫째, CT 구성요소 간 상관관계의 파악을 통하여 교육자와 학습자가 CT 학습 과정에서 시사점을 얻을 수 있으며 둘째, 교육자는 CT 구성요소별 역량을 바탕으로 교육 프로그램 및 학습을 피드백할 수 있고 셋째, 연구자는 CT 구성요소에 균형 잡힌 교육 프로그램 개발에 시사점을 제공 받을 수 있다.



(Fig. 1) Procedure of study

2. 관련 연구

2.1 CT의 특성

첫째, CT는 컴퓨터 과학에 기초한 역량이나 특정한 기능, 지식에 국한되지 않은 융합적 특성이 있다. 자넷 윙(2006)에 따르면 CT는 일종의 분석적 사고로써 문제 해결에 접근할 수 있는 수학적 사고, 크고 복잡한 시스템을 설계하고 평가할 수 있는 공학적 사고, 계산 능력 및 인간 행동에 대한 이해에 접근할 수 있는 일반적인 과학적 사고와 공유된다고 하였다[1]. 수학적 사고, 공학적 사고, 과학적 사고가 공유되는 융합적 사고라고 할 수 있다.

둘째, CT는 컴퓨터처럼 생각하는 것이라는 함정에 빠질 수 있으나 사고는 본질적으로 인간의 특성이고 역량이다. 컴퓨터는 생각하지 않기 때문에 CT는 ‘컴퓨터처럼 생각하는 것’이 아니라 ‘컴퓨터 과학자처럼 생각하는 것’이다[5]. 컴퓨터 과학자들이 문제를 해결하는 사고 과정, 역량이 바로 CT이다. 문제를 해결하기 위한 역량은 단편적 지식, 기능에 의존하지 않고 융합적, 종합적 역량이 발휘되는 역량이며 CT는 컴퓨터 과학자들이 문제를 해결하는 사고과정, 역량이라 할 수 있다. CT를 규정하는 정의는 제각각이나 다수의 학자들이 동의하는 것은 복잡한 문제를 해결하는 데 필요한 기술, 습관, 성

향에 초점을 맞추고 있다[7].

셋째, CT는 컴퓨터 과학 분야에서만 적용되는 역량이 아닌 다른 학문을 넘어 실생활까지 발휘되는 역량이다. Furber(2012)는 CT를 “우리를 둘러싼 세계의 컴퓨팅적 측면을 인식하는 과정으로 정의하고 컴퓨터 과학의 도구와 기술을 적용하여 자연 및 인공 시스템과 프로세스에 대한 이해와 추론을 하는 과정이다.”라고 정의하였다. CT의 이러한 측면은 컴퓨팅 교육의 의무화를 촉진하는 계기가 되었다[8]. CSTA(2011)는 CT 교육을 통하여 모든 학생들이 가상 및 현실 세계에서 적절한 전략과 도구를 선택하고 적용하고 복잡한 문제를 더 잘 개념화, 분석, 해결할 수 있게 해준다고 하였다[6][9].

2.2 CT 구성요소

자넷 워그(2006)은 CT는 추상화와 자동화로 구성요소를 분류하였으며 이를 세분화하여 CSTA와 ISTE는 자료수집, 자료분석, 자료표현, 문제분해, 추상화, 알고리즘, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화로 9가지로 제시하였다 [1, 10]. Linda(2016) 외는 CSTA와 ISTE에서 분류한 구성요소를 컴퓨팅을 가르치는 현장교사 961명에게 CT 구성요소를 설명한 결과 CT 구성요소 9가지가 3개의 군집을 형성한다고 하였다. 데이터(수집, 분석, 표현)군집과 관련된 CT 구성요소를 가장 많이 사용하였으며 두 번째로 문제분해, 알고리즘, 추상화의 군집이 사용되었으며 시뮬레이션, 자동화, 병렬화 군집이 세 번째로 사용된 것으로 나타났다[11].

융합 교육의 과정에서 CT 구성요소를 제시한 Dazhi(2018) 외는 문제분해, 알고리즘, 데이터 수집, 데이터 분석, 패턴 인식, 추상화, 휴리스틱, 시뮬레이션, 커뮤니케이션, 조건 논리가 문제 해결과정에서 융합적으로 작동한다고 하였다[12]. Weintrop(2016) 외는 데이터 실습, 모델링과 시뮬레이션 실습, 컴퓨팅 문제해결 실습, 시스템 사고 실습으로 분류하고 이를 5~7단계로 제시하여 교육 현장에 적용하도록 하였다[13]. Csizmadia(2015) 외는 CT를 교실 적용 교사 가이드에 개념과 접근으로 나누어 제시하고, 논리적 추론, 알고리즘, 문제분해, 일반화(패턴), 추상화, 표현, 평가를 개념으로 반영, 코딩, 설계, 분석, 적용을 접근으로 분류하였다[14]. 이재호와 장준형(2019)은 CT의 구성요소의 빅테

이터를 분석한 결과 추상화, 문제분해, 알고리즘, 시뮬레이션의 대형군집과 과학, 수학 교과군의 소형군집과 절차, 과정의 절차군의 소형군집으로 나타났다[15].

ISTE와 CSTA(2011)의 CT 9가지 구성요소(자료수집, 자료분석, 자료표현, 문제분해, 추상화, 알고리즘과 절차, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화)와 김성식(2019) 외가 제시한 ‘문제분해’, ‘추상화’, ‘알고리즘과 절차’, ‘자동화’의 4가지 핵심 요소를 바탕으로 학계에 제시된 의견을 수렴하여 CT의 구성요소를 5가지로 정리하였다[10][16]. 본 연구를 위해 <Table 1>과 같이 ‘추상화’, ‘문제분해’, ‘알고리즘’, ‘자동화’, ‘데이터 처리’로 분류하여 조작적 정의를 내렸다. CT 구성요소에 대한 분류와 정의는 학계에 공통된 의견이 없는 연구가 진행되는 분야이다. 따라서 <Table 1>의 정의는 본 연구를 위한 제한적 정의라 할 수 있다.

<Table 1> CT Operational Definition

CT Component	Operational Definition
Abstract	Abstraction is the process of structuring the core elements for problem-solving by removing unnecessary parts and extracting the necessary elements for problem-solving.
Decomposition	As a starting step to solve the problem, it is a process to break it down into units that can address difficult and complex issues.
Algorithm	It is the process of constructing a problem-solving procedure to solve a problem.
Automation	It is the process of solving problems and implementing the results of creative thinking through programming.
Data Process	It is the process of collecting, analyzing, and expressing data in the process of problem recognition and resolution.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상

본 연구는 수도권에 소재하는 3~6학년 초등학교 학생들을 대상으로 하였다. 담임교사, SW교육 지도교사의 신청을 받아 CT 검사를 <Table 2>과 같은 기간과 인

원이 참여하여 실시하였다. 문항 평가와 데이터 수집은 본 연구진에서 하였다. 정규교육과정, 캠프 등 비정규프로그램에 참여한 학생을 모두 포함하였다.

<Table 2> Participants

Type of Participation	Collective personality	Grade(N)			
		3	4	5	6
Irregular Class	Camp for girls(1day)		6	11	12
	University Camp for Children(2days)		13	15	
	Science gifted class		19	6	32
Regular Class	6 Schools (2 Large schools, 4 Small schools)	25		6	10
				51	
				15	14
					21
					40
		98	120	182	105
sum(N=801)		123	158	286	234

3.2 검사도구

3.2.1 CT 검사도구

검사도구는 이제호와 장준형(2018)이 개발한 CT 검사도구를 활용하였다. 본 검사도구의 특징, 검증, 활용도에 대한 내용을 <Table 3>과 같이 정리하였다. 본 검사는 생활 속에서 발생하는 문제 상황을 CT 역량을 통하여 해결할 수 있는가를 측정하는 도구이다.

<Table 3> CT Test Tool

	Contents
Characteristic	<ul style="list-style-type: none"> · Universality: developed to measure the ability of CT to grow through all programs without biasing any specific SW training program (SW training contents) · Accuracy: CT competence is judged as a competence for all students. Consists of items that measure the capacity to be expressed in life · Efficiency: Developed multiple choice corner, 40 minutes measurement, instant feedback for easy application
Verifiability	<ul style="list-style-type: none"> · Verified based on the 2-parameter theory of Item Response Theory (IRT) -Item difficulty -10 ~ +10, item discrimination

	<ul style="list-style-type: none"> more than 0.5 is selected · Verified by over 300 tests · Verification through R-Program's ltm package (2-parameter logistic model)
Usability	<ul style="list-style-type: none"> · Three-dimensional analysis of students' CT competencies by presenting abstractions, problem solving, algorithms, automation, and data processing as percentages by area · Program effectiveness can be analyzed by pre and post analysis of CT capability through SW education program

3.2.2 분석도구

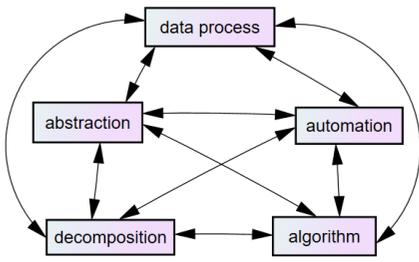
연구에 사용된 변인은 CT 구성요소 중에서 추상화, 문제분해, 알고리즘, 자동화, 데이터 처리이며 상관관계를 분석하여 양방향 경로 도형에 적용하였다. 분석도구는 SPSS 24.0, AMOS 24.0으로 하였다.

첫째, SPSS 24.0으로 각 변인들의 기술통계치(공분산, 표준오차, 검정통계량, 유의도)를 구하였다. 둘째, 이를 AMOS로 경로분석을 하였으며 이는 경로 도형 내 변인들 간의 관계를 동시에 추정할 수 있는 분석방법이다[17].

4. 연구 결과

4.1 경로 도형

본 연구에서는 CT의 구성요소간의 관계를 분석하기 위하여 이제호와 장준형(2018)이 개발한 CT 검사지를 활용하여 CT 검사를 실시하였다. 이 검사는 CT구성요소인 추상화, 문제분해, 알고리즘, 자동화, 데이터 처리의 점수가 자동화되어 추출된다. CT 검사에 참여한 학생은 초등학교 801명(3학년 123명, 4학년 158명, 5학년 286명, 6학년 234명)으로 A형, B형의 2개 문항지를 검사하였으며 학생에 따라서 모두 참여한 학생, 하나만 참여한 학생, 중도 포기한 학생 등이 발생하였다. 2개의 문항에 모두 참여한 학생만 포함하였다. 데이터를 전처리하여 본 연구에서 적용한 케이스는 총 1,024건(3학년 100건, 4학년 258건, 5학년 452건, 6학년 214건)이다. 적용한 CT 구성요소 5가지 변인들의 경로는 상관계수(양방향 화살표)로 10개의 경로를 표시하였으며 (Fig. 2)와 같이 경로 도형을 제시하였다.



(Fig. 2) Research Path Load

4.2 경로분석

추상화, 문제분해, 알고리즘, 자동화, 데이터 처리의 5 가지 변인간의 상관계수에 대한 값을 도출한 결과 학년 별로 <Table 4>와 같이 나타났다. 경로별로 공분산 값,

표준오차(S.E.), 검정통계량(C.R.), 유의 수준(P)을 추출 하였다. 경로 도형별로 10개의 경로의 값을 각 학년별로 나타났다. <Table 4>에 나타난 공분산 계수는 비표준화 계수이며 (Fig. 3)에는 표준화 계수인 상관계수가 나타나 있다. 학년별로 나타난 경로 도형에서 자유도가 모두 0으로 나타났으며 이는 포화모형에 해당하며 모형의 적합도를 파악할 필요가 없다. 따라서 유의 확률은 모두 .000(***)으로 유의한 수준으로 나타났다. <Table 4>에 나타난 공분산 계수가 높을수록, (Fig. 3)에 나타난 경로 별로 상관계수가 높을수록 2개의 변인 간의 상관도가 높다고 할 수 있다. 상관계수의 범위는 -1 ~ +1이며 +1에 가까울수록 정적인 상관관계, -1에 가까울수록 부적인 상관관계(역상관관계)가 높다고 할 수 있다.

<Table 4> Non-standardized Correlation Coefficient

CT path	Estimate	S.E.	C.R.	P
automation ↔ decomposition	437.29	88.09	4.96	***
algorithm ↔ abstraction	617.10	94.32	6.54	***
decomposition ↔ algorithm	581.61	90.08	6.45	***
automation ↔ algorithm	571.82	90.86	6.29	***
decomposition ↔ abstraction	589.51	97.23	6.06	***
abstraction ↔ data process	571.17	96.44	5.92	***
automation ↔ data process	516.78	92.66	5.57	***
decomposition ↔ data process	626.85	97.75	6.41	***
algorithm ↔ data process	636.09	93.99	6.76	***
automation ↔ abstraction	632.04	101.49	6.22	***

3 Grade

CT path	Estimate	S.E.	C.R.	P
automation ↔ decomposition	227.73	41.33	5.50	***
algorithm ↔ abstraction	413.03	40.39	10.22	***
decomposition ↔ algorithm	415.63	42.93	9.68	***
automation ↔ algorithm	413.03	43.71	9.44	***
decomposition ↔ abstraction	371.85	41.32	8.99	***
abstraction ↔ data process	387.39	44.83	8.64	***
automation ↔ data process	298.58	46.73	6.38	***
decomposition ↔ data process	543.06	53.60	10.13	***
algorithm ↔ data process	520.98	49.84	10.45	***
automation ↔ abstraction	420.75	43.97	9.56	***

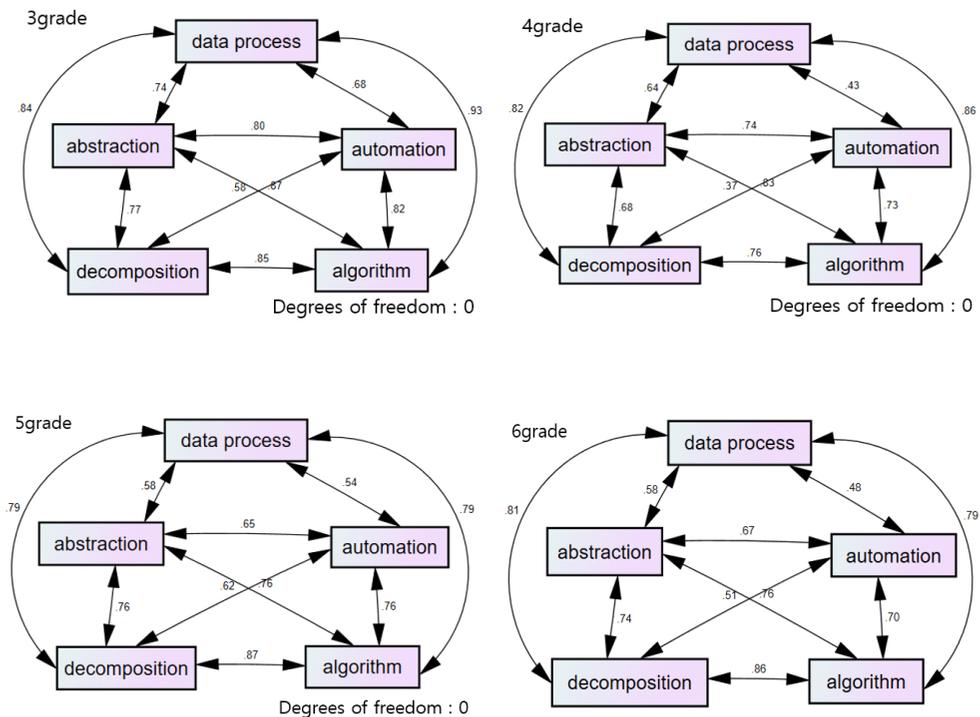
4 Grade

CT path	Estimate	S.E.	C.R.	P
automation ↔ decomposition	402.92	35.98	11.19	***
algorithm ↔ abstraction	454.90	35.54	12.80	***
decomposition ↔ algorithm	448.17	32.20	13.91	***
automation ↔ algorithm	473.35	36.73	12.88	***
decomposition ↔ abstraction	477.30	37.24	12.81	***
abstraction ↔ data process	390.73	36.84	10.60	***
automation ↔ data process	376.18	37.33	10.07	***
decomposition ↔ data process	456.95	34.82	13.12	***
algorithm ↔ data process	439.07	33.33	13.17	***
automation ↔ abstraction	489.20	42.44	11.52	***

5 Grade

CT path	Estimate	S.E.	C.R.	P
automation ↔ decomposition	327.08	49.33	6.63	***
algorithm ↔ abstraction	411.80	46.48	8.85	***
decomposition ↔ algorithm	425.65	44.81	9.49	***
automation ↔ algorithm	395.12	47.33	8.34	***
decomposition ↔ abstraction	451.37	52.01	8.67	***
abstraction ↔ data process	394.80	53.69	7.35	***
automation ↔ data process	344.05	54.14	6.35	***
decomposition ↔ data process	503.40	54.90	9.16	***
algorithm ↔ data process	436.03	48.13	9.05	***
automation ↔ abstraction	468.41	57.50	8.14	***

6 Grade



(Fig. 3) Path analysis result

CT 구성요소 간 연결된 경로 도형을 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 상관 계수는 $-1.0 \sim +1.0$ 의 범위이며 $+1.0$ 으로 갈수록 정적(+) 관계가 높으며 -1.0 으로 갈수록 부적(-) 관계가 높다고 할 수 있다. CT 구성요소 간 연결된 경로의 상관 계수는 모두 정적(+) 관계로 상관도가 매우 높았다.

둘째, CT 구성요소 간의 정적(+) 관계가 매우 높은 경로는 데이터 처리와 알고리즘(평균: $+0.843$), 알고리즘과 문제분해(평균: $+0.835$), 문제분해와 데이터 처리(평균: $+0.815$)인 것으로 나타났다.

셋째, CT 구성요소 간의 정적(+) 관계이나 상관계수가 비교적 낮은 경로는 자동화와 문제분해(평균: $+0.520$), 자동화와 데이터 처리(평균: $+0.533$), 추상화와 데이터 처리(평균: $+0.635$)인 것으로 나타났다. 자동화, 추상화 영역이 상관관계가 타 영역에 비해 낮았다.

넷째, 4개의 집단인 3, 4, 5, 6학년에서 특정하게 상관관계가 낮거나 높지 않았다. 3학년과 4학년의 자동화와 문제분해의 차이($.21$)가 가장 높았으나 특정 경로에 비해 높거나 낮지 않았다.

5. 결론

CT 구성요소 간의 경로 도형을 통한 분석결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 본 연구에서 제시된 CT 구성요소 5가지(추상화, 문제분해, 알고리즘, 자동화, 데이터 처리)는 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 이는 CT 역량이 특정한 부문에 치우치게 발현되거나 부족하지 않은 고른 분포를 보이고 있음이 확인되었다. 다르게 해석하면 특정 영역을 강조하여 학습하더라도 타 영역이 견인되어 성장할 수 있음을 의미한다.

둘째, CT 구성요소 간의 정적(+) 관계가 매우 높은 경로는 데이터 처리와 알고리즘, 알고리즘과 문제분해, 문제분해와 데이터 처리로 나타났다. 즉, 알고리즘, 데이터 처리, 문제분해 3개의 CT 구성요소는 매우 밀접한 상관관계를 가지고 있다. 따라서 3요인에 대한 융합을 통한 프로그램 개발, 학습 지도에 시사하는 바가 있다. 즉, 알고리즘의 학습 시 데이터 처리, 문제분해를 융합한 주제를 통하여 높은 학습 효과를 얻을 수 있다.

셋째, CT 구성요소 간의 비교적 낮은 상관관계를 가지고 있는 경로는 자동화와 문제분해, 자동화와 데이터 처리, 추상화와 데이터 처리인 것으로 나타났다. 추상화, 자동화는 타 영역과 비교적 상관 계수가 낮게 나타난 것이 있어 프로그램 개발 시 CT 영역의 고른 향상을 위해서라면 특정 영역에 치우친 내용이 아닌 고른 분배가 필요할 것으로 보인다.

본 연구에서 제시된 5가지 영역은 현행 CT 구성요소에 대한 보편적인 내용으로 좀 더 세분화된 영역인 패턴 인식, 시뮬레이션, 자료구조 등의 CT 구성요소에 대한 구체적인 연구가 추후 진행되어야 할 것이다. 또한, CT 검사를 단순 양적 연구가 아닌 질적 연구를 병행하여 입체적 연구가 진행될 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Wing. J. M(2006). Computational thinking. Communications of the ACM. 17(3).33-35.
- [2] Jung Sook Sung, Hyeoncheol Kim(2015). Analysis on the International Comparison of Computer Education in Schools. The Journal of Korean Association of Computer Education, 18(1), 45-54.
- [3] Korea Ministry of Education(2015). Commentary on the Revised Curriculum for 2015. http://www.edunet.net/nedu/ncicsvc/listSub2015Form.do?menu_id=623.
- [4] Aehwa Lee(2019). Domestic Research Trend Analysis of Computing Thinking. The Journal of the Korea Contents Association, 19(8), 214-223.
- [5] Grover, S., & Pea, R(2018). Computational Thinking: A competency whose time has come. Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school, 19.
- [6] CSTA Standards Task Force(2016). [Interim] CSTA K-12 Computer Science Standards. New York: CSTA.
- [7] Barr, V., & Stephenson, C(2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? ACM Inroads, 2(1), 48 - 54.
- [8] Furber S(2012) Shut down or restart? The way for-

ward for computing in UK schools. Technical report, The Royal Society, London.

[9] Computer Science Teachers Association(2011). K-12 computer science standards. <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/K12Standards.html>.

[10] ISTE, C(2011). Computational Thinking in K - 12 Education leadership toolkit. Computer Science Teacher Association: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/471.11CTLeadershipToolkit-SP-vF.pdf> adresinden alındı.

[11] Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L., & Settle, A.(2014, June). Computational thinking in K-9 education. In Proceedings of the working group reports of the 2014 on innovation & technology in computer science education conference (pp. 1-29).

[12] Yang, D., Swanson, S. R., Chittoori, B., & Baek, Y(2018). Work in Progress: Integrating Computational Thinking in STEM Education Through a Project-Based Learning Approach.

[13] Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U(2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. Journal of Science Education and Technology, 25(1), 127-147.

[14] [14] Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J(2015). Computational thinking-A guide for teachers.

[15] Jaeho Lee, Junhyung Jang(2019). An Analysis of Research Trends in Computational Thinking using Text Mining Technique. The Journal of the Korea Contents Association, 23(6), 543-550.

[16] Seong-Sik Kim, Young-Jik Kim, Ara Jo, Min-Woo Lee(2019). Development of a Tool for Computational Thinking Assessment in Problem-Solving Programming Education:Paper Type Inspection and Self-Report Questionnaire. The Korean Association Of Computer Education, 22(3), 89-99.

[17] Heo Jun(2013). Heo Joon's Easily Amos Equation Model. Seoul: Hannarae Publishing Co.

저자소개

이 재 호



1989년 2월 ~ 1996년 8월 : 한국전자통신연구원(ETRI), 선임연구원

1996년 9월 ~ 현재 : 경인교육대학교 컴퓨터교육과 교수

2020년 1월 ~ 현재 : (사)한국영재학회 회장

2020년 1월 ~ 현재 : (사)한국정보교육학회 회장

2014년 3월 ~ 현재 : (사)한국창의정보문화학회 회장

관심분야 : 정보과학영재교육, 융합영재교육, ICT기반 교육, SW 코딩 교육

장 준 형



1999년 2월 : 대구교육대학교 (초등교육학 학사)

2007년 2월 : 경인교육대학교 교육대학원(초등컴퓨터교육 석사)

2019년 3월 ~ 현재 : 오마초등학교 교사

관심분야 : 정보과학영재교육, 컴퓨팅사고력 평가, SW 코딩 교육

e-mail : kd12345@gmail.com