

# 텍스트 마이닝 기법을 활용한 컴퓨팅 사고력 연구 동향 분석

이재호\* · 장준형\*\*

경인교육대학교 컴퓨터교육과\* · 오마초등학교\*\*

## 요약

컴퓨팅 사고력에 대한 연구는 2006년 Janet Wing이 이를 정의하고 2014년 영국에서 SW교육을 필수교과로 운영하게 되면서 관련 연구가 본격화 되었다. 본 연구는 최근 중요도가 높아가는 컴퓨팅 사고력을 키워드로 관련 연구논문을 수집하여 텍스트 마이닝 기법으로 분석하였다. 1차는 컴퓨팅 사고력을 키워드로 CONCOR 분석을 하였으며 2차는 국내외 대표 학술지를 선정하여 컴퓨팅 사고력의 구성요소를 텍스트 마이닝 기법으로 분석하였다. 2회에 걸친 분석결과 도출된 시사점은 다음과 같다. 첫째, 추상화, 알고리즘, 데이터처리, 문제분해, 패턴인식은 컴퓨팅 사고력 구성요소에 대한 연구의 핵심을 이루고 있었다. 둘째, 컴퓨팅 사고력과 과학, 수학 교과 중심의 융합 교육에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음을 확인하였다. 셋째, 컴퓨팅 사고력에 대한 연구가 2010년 이후 확대되고 있었다. 향후 컴퓨팅 사고력 과 구성요소에 대한 분류와 정의를 정립하여 이를 교육현장에 적용하는 연구가 꾸준히 진행되어야 할 필요가 있다.

키워드 : 컴퓨팅 사고력, 텍스트 마이닝, 추상화, 자동화, 알고리즘, 문제분해

## An Analysis of Research Trends in Computational Thinking using Text Mining Technique

Jaeho Lee\* · Junhyung Jang\*\*

Dept. of Computer Education, Gyeongin Nat'l University of Education\*

Oma Elementary School\*\*

## ABSTRACT

In 2006, Janet Wing defined computational thinking and operated SW education as a formal curriculum in the UK in 2013. This study collected related research papers by using computational thinking, which has recently increased in importance, and analyzed it using text mining. In the first, CONCOR analysis was conducted with the keyword of computational thinking. In the second, text mining of the components of computational thinking was selected by the representative academic journals at domestic and foreign. As a result of the two-time analysis, first, abstraction, algorithm, data processing, problem decomposition, and pattern recognition were the core of the study of computational thinking component. Second, research on convergence education centered on computational thinking and science and mathematics subjects was actively conducted. Third, research on computational thinking has been expanding since 2010. Research and development of the classification and definition of computational thinking and components and applying them to education sites should be conducted steadily.

Keywords : Computational Thinking, Text Mining, Abstraction, Automation, Algorithm, Problem Decomposition

---

본 연구는 2019년 정보교육학회 하계학술대회 발표 논문을 수정 보완한 것임.

교신저자 : 장준형(오마초등학교)

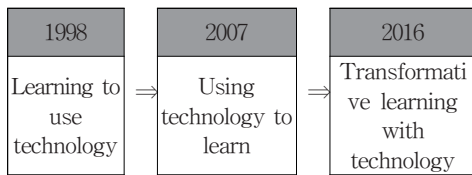
논문투고 : 2019-11-05

논문심사 : 2019-12-16

심사완료 : 2019-12-17

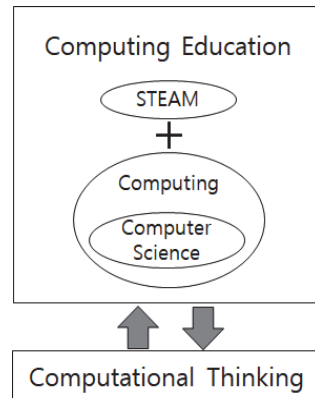
1. 연구의 필요성 및 목적

2015 개정교육과정의 적용되는 소프트웨어(Software : 이하 SW) 교육은 2018년부터 중학교 정보 과목, 2019년부터 초등학교 실과 과목을 통해 본격적으로 시행되었다. SW 교육이 2000년대 시작된 ICT 활용교육과 대비되는 점은 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking : 이하 CT) 교육의 강조점에 있다. 자넷 윙이 제시한 CT는 21세기를 살아가는 모든 사람들이 갖추어야 할 기본 역량이라고 하였다[1]. 이에 맞추어 2015 개정교육과정 ‘정보’ 교과와 기본 역량에 ‘컴퓨팅 사고력’을 제시하고 있다[2]. 지난 20여년간 ISTE(International Society for Technology in Education)는 자체 표준교육안의 변화를 (Fig. 1)과 같이 기술하였다. 이를 보면 컴퓨팅 교육에서 학습과 기술의 관계 변화를 알 수 있다. 1998년 표준 교육안은 ‘기술에 대한 학습’이 중심이었다면 2007년에는 ‘기술을 통한 학습’이었다. 최근 2016년에는 기술로 하는 전환학습(Transformative Learning)을 표준교육으로 제시하였다[3]. 기존의 SW교육이 프로그래밍을 익히고 ICT를 활용하는 교육이었다면 이제는 문제를 해결하고 지식을 습득하는 학습을 통해 CT 역량을 기르고 이를 활용하여 지식을 재구성하는 교육으로 컴퓨팅 교육이 변화하고 있음을 확인할 수 있다.



(Fig. 1) Change Process of ISTE Educational Standards[3]

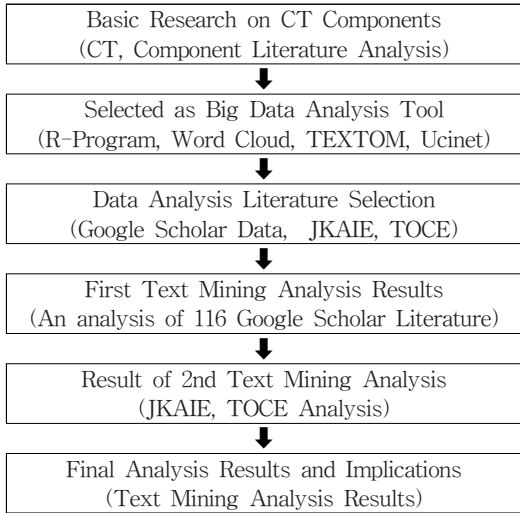
CSTA(Computer Science Teachers Association)에서는 K-12 표준 교육안에 데이터 분석, 알고리즘, 문제분해, 추상화 등의 CT 구성요소를 과정보다 요소에 제시하여 학생들이 익힐 수 있도록 하였다[4]. 이재호, 장준형(2018)은 컴퓨팅 교육과 CT의 관계를 (Fig. 2)와 같이 컴퓨팅 교육의 기저가 되는 역량에 해당되며 컴퓨터 과학 교육 뿐만 아니라 컴퓨팅 교육, 융합교육과 밀접한 관계를 가진다고 하였다[5].



(Fig. 2) Computing Education and CT[5]

CT의 중요성이 제기됨에 따라 이에 대한 교육내용, 교육방법, 교육평가의 연구가 진행되었다. 한국학술정보 연구원은 2017학년도 SW교육 선도학교의 교육효과성을 측정하기 위해 CT 검사 도구를 개발하여 적용하였다[6]. 리투아니아에서 시작된 베브라스 컴퓨팅 챌린지(Bebras Computing Challenge)는 2015년부터 학생들의 CT를 평가하고 있으며 일본에서는 정보활용능력 평가가 컴퓨터기반 평가(Computer Based Test : 이하 CBT)로 개발되어 초·중·고등학교에 실시되고 있다[7][8]. 세계적으로 학교교육에서 SW교육이 본격화된 시점을 영국이 ‘컴퓨팅’ 교육과정을 개설하고 시행한 2014년 9월이라고 본다면 CT의 평가에 대한 연구는 5년 이내에 지나지 않으며 CT 구성요소에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 김민정 외(2017)는 국가별 CT의 교육과정별 상이함, 구성요소 제시의 차이, 용어 정의의 혼란 등의 문제점을 제기하였고, 이재호, 장준형(2018)은 기존 CT 평가가 CT의 구성요소별 평가 결과를 도출하지 못하고 전체 평가 결과만을 제시함으로 학생의 교육에 피드백할 수 없는 한계를 지적하였다[5, 6].

본 연구에서는 최근 CT 및 CT 구성요소에 대한 연구 경향을 알아보기 위하여 (Fig. 3)과 같은 단계로 연구를 실시하였다.



(Fig. 3) Procedure of study

## 2. 관련 연구

### 2.1 컴퓨팅 교육과 CT

‘Computational Thinking’이라는 용어는 구글북스(Google books)에 따르면 1942년 Prakken의 저서‘The Education Digest’에서 처음 언급이 되었으며 자넷 윙(2006)이 컴퓨팅 교육에서 CT를 정의하면서 본격적인 논의가 시작되었다[1,12]. (Fig. 4)와 같이 구글북스 N-GRAM에서 ‘Computational Thkinking’의 키워드로 검색한 자료에 따르면 PC가 보급되기 시작한 1980년대에 논의가 늘어가기 시작하였고 2006년 이후 본격적으로 CT의 논의가 촉발되었음을 확인할 수 있다.



(Fig. 4) ‘computational thinking’ keyword by google book N-Gram

자넷 윙(2006)은 CT는 모든 학생이 21세기를 살아가기 위한 필수 역량으로써 3R’s(Reading, wRiting, and aRithmetic)와 같이 배워야 한다고 주장하였다[1]. 이재호, 장준형(2018)은 SW교육이 단순히 학생들의 직업적 기술을 교육하는 것이 아니며 생활 속에서 갖추어야 할 필수 역량으로 제시하였다[5]. 또한, ISTE(2019)에 따르면 CT는 학생들이 컴퓨터 과학의 중심 원리와 실습을 바탕으로 애매하고 복잡하고 개방적인 문제를 해결하기 위한 강력한 요소에 해당하며, 컴퓨터 과학의 핵심으로 컴퓨터 과학을 배우는 것에 대한 학생들의 관심과 자신감을 갖게 하기 위한 관문이라고 소개하고 있다[11].

레이 마크(2019)는 CT를 좀 더 명확하게 정의하고 있다[12]. “코딩(Coding)은 기술(Technical Skill)로 간주 될 수 있으며 컴퓨터 과학(Computer Science)은 학문 분야(Academic Discipline)이며 컴퓨팅 사고(Computational Thinking)는 컴퓨터 과학의 핵심적인 문제 해결 과정으로 모든 분야의 문제 해결 및 학습에 보다 광범위하게 적용될 수 있다.”

CT를 해석하는 많은 학자들의 공통점은 첫째, 누구나 배워야 하는 미래 사회의 필수 역량이며 둘째, CT를 기술이나 지식이 아닌 역량(Competency)으로 정의하고 있으며 셋째, 컴퓨터 과학에 국한되지 않고 모든 분야에 적용되는 광범위한 역량임을 명확히 하고 있다.

### 2.2 CT 구성요소 연구

2015 개정교육과정에서는 CT를 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리 및 컴퓨팅 시스템을 활용하여 실생활과 다양한 학문 분야의 문제를 이해하고 창의적으로 해법을 구현하여 적용할 수 있는 능력이라고 하였다. CT 구성요소로는 ‘추상화(Abstraction) 능력’과 프로그래밍으로 대표되는 ‘자동화(Automation) 능력’, ‘창의·융합 능력’ 등을 제시하였다. 추상화는 문제의 복잡성을 제거하기 위해 사용하는 기법으로 핵심 요소 추출, 문제분해, 모델링, 분류, 일반화 등의 방법으로 이루어지며 추상화 과정을 통해 도출된 문제 해결 모델은 프로그래밍을 통해 자동화된다고 하였다[4].

ISTE와 CSTA는 2011년에 자료수집, 자료분석, 자료표현, 문제분해, 추상화, 알고리즘 및 절차, 자동화, 병렬화, 시뮬레이션을 그 구성요소로 제시하였으며 2017년

CSTA는 컴퓨터 과학 프레임 워크를 개념(Concepts)과 실천(Practices)으로 나누어 <Table 1>과 같이 제시하였다[4]. 하나의 기관에서 CT 구성요소에 대한 서술이 변화하고 있음을 확인할 수 있다.

<Table 1> CSTA Computer Science Framework[4]

| 개념                            | 실천                                              |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1. Computing system           | 1. Comprehensive Computing Culture              |
| 2. Network and internet       | 2. Collaboration Through Computing              |
| 3. Data and Analysis          | 3. Recognize and define computing problems      |
| 4. Algorithms and Programming | 4. Development and Use of Abstractions          |
| 5. Impact of Computing        | 5. Making computing things                      |
|                               | 6. Testing and Purification of Computing Things |
|                               | 7. Communication through Computing              |

영국의 BBC(2019)에서는 CT는 복잡한 문제를 파악하고 문제가 무엇인지 이해하며 가능한 해결책을 개발하여 컴퓨터, 사람 모두가 이해할 수 있는 방식으로 솔루션을 제시할 수 있는 역량으로 정의하였다. CT의 구성요소는 문제분해, 추상화, 패턴인식, 알고리즘으로 제시하였다[10].

### 3. CT 구성요소 분석

#### 3.1 1차 CT 구성요소 분석

##### 3.1.1 CT 관련 논문 선정 및 키워드

CT 구성요소의 키워드를 도출하기 위해 연구진은 구글학술검색 사이트에서 영문키워드 ‘computational thinking’로 검색하였다. 검색 기간은 SW교육이 본격화된 최근 4년 6개월(2014. 1. 1. ~ 2019. 9. 30.)로 지정하였다.

논문 선정의 기준은

① 키워드가 ‘computational thinking’으로 검색되는 논문 중에서

② 논문 인용건수가 30회 이상인 논문을 선정하였으며

③ 논문 간 유사도가 90%가 넘는 2쇄 형식의 논문은 최신 논문을 적용하여 선정하였다.

위의 3가지 필터링을 거쳐 검색된 총 논문의 수 113편이다. 분석방법은 사회관계망 분석프로그램인 UCINET 프로그램, 전처리 과정은 TEXTOM을 사용하였다[13].

#### 3.1.2 데이터 전처리

데이터 전처리 작업은 데이터 정제, 키워드를 유목화하는 작업을 중심으로 하였다. 데이터 정제는 1차 TEXTOM에서 데이터를 수집하고 정제하는 자동화 과정을 하였다. 2차는 데이터를 엑셀로 변환하여 중복되는 데이터, 띄어쓰기 오류 등을 수정하였다. 키워드를 유목화하는 작업은 비슷한 키워드를 하나의 키워드로 선정하여 작업하였다. 예를 들어 ‘automate’, ‘automation’을 ‘automation’으로, ‘algorithm’, ‘algorithmic’은 ‘algorithm’으로 정리하였다.

#### 3.1.3 CT 구성요소의 분석결과

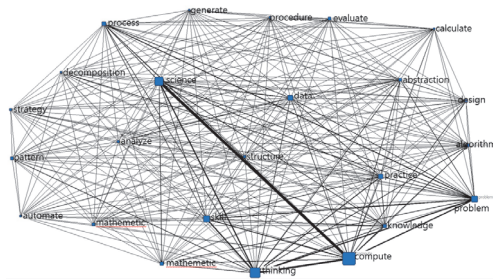
CT와 관련된 상위 22개의 핵심 단어들을 TEXTOM 프로그램을 이용하여 빈도수에 따라 키워드를 도출하고, TF-IDF, 연결중심성을 파악하였다. TF-IDF(Term Frequency - Inverse Document Frequency)는 문서의 핵심어를 추출하는 용도로 사용되며 여러 문서군이 있을 때, 어떤 키워드가 특정 문서 내에서 얼마나 중요한 것인지를 나타내는 통계적 수치이다. 문서의 핵심어를 추출하는 용도로 사용된다[14, 15]. 연결중심성이란 네트워크 내에 키워드들이 중심에 있는지를 나타내는 지표로서 높을수록 네트워크 내에 영향력이 높다고 할 수 있다[16, 17]. CT 구성요소와 관련된 키워드로 분석해본 결과 <Table 2>와 같이 확인되었다.

<Table 2> Frequency, TF-IDF, Degree Centrality by Keyword

| Keyword         | Frequency | TF-IDF  | Degree Centrality |
|-----------------|-----------|---------|-------------------|
| compute         | 7226      | 1354.79 | 0.0754            |
| science         | 4299      | 1088.53 | 0.0437            |
| problem solving | 3131      | 1336.89 | 0.0460            |
| skill           | 2872      | 1072.26 | 0.0453            |
| data process    | 2254      | 1195.55 | 0.0438            |
| process         | 1788      | 941.22  | 0.0408            |

|                       |      |         |        |
|-----------------------|------|---------|--------|
| knowledge             | 1349 | 474.04  | 0.0311 |
| mathematic            | 1179 | 475.33  | 0.0222 |
| evaluate              | 954  | 3547.27 | 0.0258 |
| algorithm             | 897  | 3489.40 | 0.0211 |
| design                | 866  | 3253.81 | 0.0243 |
| pattern recognition   | 821  | 3377.56 | 0.0222 |
| simulation            | 776  | 3156.33 | 0.0179 |
| abstraction           | 770  | 3096.41 | 0.0170 |
| strategy              | 709  | 2983.46 | 0.0218 |
| analyze               | 604  | 2502.79 | 0.0175 |
| structure             | 603  | 2504.36 | 0.0208 |
| generalization        | 477  | 2064.23 | 0.0170 |
| problem decomposition | 291  | 1402.08 | 0.0062 |
| procedure             | 266  | 1321.97 | 0.0095 |
| automation            | 253  | 1280.17 | 0.0083 |
| calculate             | 244  | 1234.63 | 0.0085 |

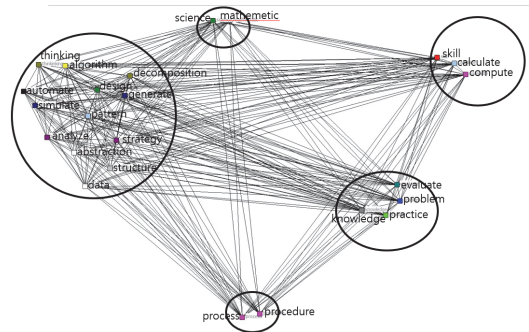
상위에 랭크된 22개의 키워드에 대해서 UCINET 분석 프로그램을 통해 연결정도중심성과 네트워크 밀도를 계산하여 키워드 간의 관계구조를 분석하고, 빈도의 관련성을 파악하였다. 이를 UCINET의 NetDraw를 이용하여 시각화하였고, CONCOR(CONvergent CORrelation) 분석을 통해 키워드 간의 관계를 표현하였다. CONCOR 분석은 간접적인 연결 패턴의 상관관계를 기반으로 키워드 간 블록을 구분하며, 상관관계가 수렴하여 군집을 도출하는 분석 방법이다[17].



(Fig. 5) Network Visualization Analysis

CONCOR 분석결과 1개의 대형군집과 4개의 소형군집으로 구성되었다. ‘Computational Thinking’을 중심으로 CT의 구성요소군에 해당되는 ‘Abstraction’, ‘Problem decomposition’, ‘Algorithm’, ‘Simulate’ 등이 대형군집으로 형성되었다. 소형군집으로 교과군에 해당되는 ‘Science’, ‘Mathematic’, 절차군에 해당되는 ‘Process’, ‘Procedure’

가 형성되었다. 특별한 연관성을 찾기 어려운 기타군이 2개 각각 형성되었다.



(Fig. 6) CONCOR Visualization Analysis

### 3.2 2차 CT 구성요소 분석

#### 3.2.1 CT 관련 논문 선정 및 키워드 도출

CT 구성요소에 대한 텍스트 마인드 연구를 위해 연구진은 컴퓨팅 교육을 대표하는 국내 학술지 1곳, 해외 학술지 1곳을 선정하였다. 국내 학술지는 정보교육학회 논문지(이하 JKAIE), 해외 학술지는 The ACM Transactions on Computing Education(이하 TOCE)의 학술논문을 검색하였다. 검색 기간은 2년 6개월(2017. 1. 1. ~ 2019. 6. 30.)로 지정하였다.

논문 선정의 기준은

- ① 키워드가 ‘컴퓨팅 사고력’으로 검색되는 논문 중에서
  - ② CT의 특정 구성요소를 연구한 논문을 배제하고
  - ③ CT의 교육과정, 평가, 교육프로그램, 역량 개발 관련 논문
- 으로 선정하였다.

국내 학술지인 JKAIE 논문 14편, 해외학술지인 TOCE 논문 19편이 선정되었다.

CT 구성요소 탐색을 위한 키워드를 선정하기 위해 메타데이터를 ‘2015 개정교육과정’, ‘CSTA 컴퓨터 과학 프레임 워크’, ‘BBC의 CT구성요소’와 연구진이 제안하는 키워드를 종합하여 도출하였다. 간추린 CT의 구성요소는 다음 <Table 3>과 같다.

<Table 3> CT Component Keywords

| Keyword                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| abstraction, processing, decomposition, pattern, data, algorithm, simulation, automation, parellel, procedure |

### 3.2.2 데이터 전처리

CT 구성요소의 텍스트 마이닝 분석을 위해 R-프로그램(ver 3.6.1), ‘word cloud’ 패키지를 활용하였다. JKAIE 논문 14편, TOCE 논문 19편을 각각 분석하였다.

텍스트 마이닝을 위한 전처리 과정으로 논문의 제목, 요약, 머리말, 꼬리말, 참고문헌을 제거하였다. JKAIE 논문은 영문으로 제시되는 키워드(예: 알고리즘-Algorithm)는 한글로 변환하였고 병행(병렬), 시물레이션(시물레이션), 자료처리(자료수집, 자료분석, 자료표현), 절차(프로세스) 등의 유사어 및 중복어를 동일어로 처리하였다. TOCE 논문은 다음 <Table 4>와 같이 유사어를 처리하였다.

<Table 4> Processing similar words in TOCE theses

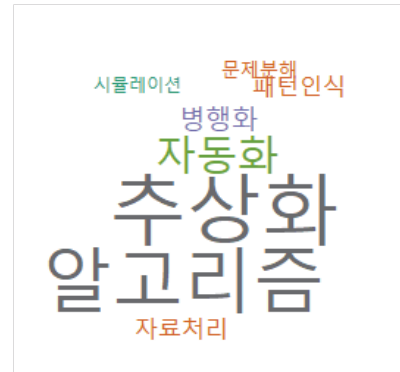
| Keyword             | Synonyms                                                                                                              |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Algorithm           | fitness algorithms<br>Search algorithms<br>designing algorithms                                                       |
| Parallelization     | parellel<br>parallelism                                                                                               |
| Decomposition       | decomposing a problem<br>decompositional challenges                                                                   |
| Simulation          | simulating                                                                                                            |
| Data manipulation   | data representation<br>data collection<br>data analysis<br>representing data                                          |
| Pattern Recognition | pattern<br>pattern-finding<br>patterns in the data<br>patternfinding<br>Pattern Recognition<br>Pattern Generalization |
| Abstraction         | abstracting<br>modularizing<br>procedural abstraction<br>abstract concept<br>abstract reasoning                       |

### 3.2.3 CT 구성요소의 텍스트 마이닝 분석결과

JKAIE의 최근 2년 6개월간 CT 구성요소에 대한 텍스

트 마이닝을 워드 클라우드로 표현한 것이 (Fig. 7)이다.

추상화와 알고리즘의 언급 횟수가 상대적으로 매우 높은 것으로 나타났으며, 시물레이션은 매우 낮게 나타난 것을 확인할 수 있다.



(Fig. 7) Text Mining of CT Components(JKAIE)

TOCE 논문지의 최근 2년 6개월간 CT 구성요소에 대한 텍스트 마이닝을 워드 클라우드로 표현한 것이 (Fig. 8)이다.

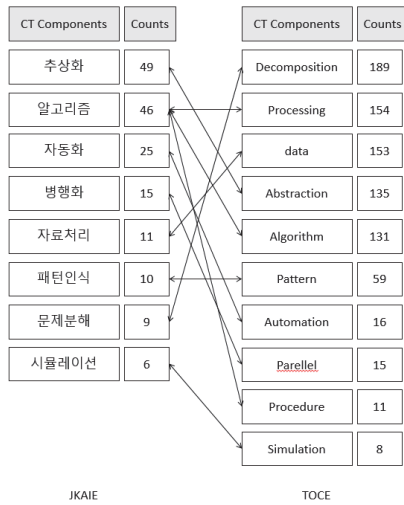
문제분해가 월등히 높았으며 절차, 데이터에 대한 언급 횟수가 높게 나타났다. 자동화, 시물레이션에 대한 언급은 상대적으로 낮게 나타난 것을 확인할 수 있었다.



(Fig. 8) Text Mining of CT Components(TOCE)

### 3.2.4 CT 구성요소의 학술지 간 비교

CT 구성요소에 대하여 학술지 간 비교 분석한 내용은 (Fig. 9)이다.



(Fig. 9) Comparison of CT Component Journal

두 개의 학술지를 분석한 결과 두드러지게 나타난 내용을 정리하면 다음과 같다.

첫째, JKAIE는 추상화에 대한 언급이 1순위로 많이 언급되어 4순위에 그친 TOCE에 비해 상대적으로 매우 높게 나타났다. 추상화는 2015 개정교육과정에서 중요하게 언급된 부분이 국내 학술지에 자주 언급될 수 있는 일부 요인으로 추론할 수 있으나 상대적으로 자동화에 대한 언급은 낮게 나타났다.

둘째, TOCE는 문제분해에 대한 언급이 1순위로 많이 언급되었으며 7순위에 그친 JKAIE에 비해 매우 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. JKAIE는 문제분해의 기술이 9회에 그친 것으로 나타나 두드러진 차이점이라 할 수 있다. CSTA K-12 Computer Science Standards에서 주요 단계별 문제분해에 대하여 주요한 언급이 많았으며 이러한 언급이 통계에 영향을 미쳤을 것으로 추론된다.

셋째, 알고리즘에 대한 언급은 두 학술지 모두 높게 나타났다. TOCE는 Algorithm, Processing, Procedure 등의 다른 키워드로 나타났으며 의미상으로 알고리즘을 언급한 것으로 확인할 수 있었다. CT에서 알고리즘의 중요성은 두 학술지의 언급을 통해 알 수 있었다.

#### 4. 결론

1차 텍스트 마이닝인 CT를 키워드로 하는 CONCOR 분석결과 CT 구성요소 군집, 절차 군집, 교과군집 등으로 구성되었다. 이를 통하여 CT는 CT의 구성요소별 연구, 절차를 통한 구현을 위한 연구, CT를 기르기 위한 교과융합 연구가 집중적으로 진행되고 있음을 확인할 수 있었다.

2차 텍스트 마이닝인 CT의 구성요소에 대한 국내외 학술지 분석에서는 JKAIE는 추상화, TOCE는 문제분해에 대한 연구가 많이 진행되고 있으며 알고리즘에 대한 중요도는 2개의 학술지에서 모두 높게 나타났다.

본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 유추할 수 있었다. 첫째, 추상화, 알고리즘, 데이터처리, 문제분해, 패턴인식은 CT의 구성요소에 대한 연구의 핵심을 이루고 있었다. 국내외 대표 학술지에서 공통으로 많이 언급되었으며 연결중심성, TF-IDF도 높게 나왔다. 둘째, CT와 과학, 수학 교과의 융합 교육에 대한 연구가 활발히 진행되고 있었다. 이는 CT가 융합 교육과 긴밀한 관련성이 있으며 핵심역량으로 간주되고 있음을 유추할 수 있었다. 다만, 과학, 수학 이외의 교과에 대한 융합 부분도 학계에서 관심을 가질 필요가 있을 것이다. 셋째, CT에 대한 연구가 국내외에서 2010년 이후 확대되고 있었다. SW교육을 통하여 CT를 기르기 위한 학계의 노력이 가속화되고 있음을 확인할 수 있었다. 교육과정, 교육프로그램, 평가 등에 대한 분야를 확대한 연구가 지속되어야 할 필요가 있다.

CT의 정의 및 CT 구성요소에 대한 다양한 연구는 새로운 논의를 촉발하여 CT의 개념에 대한 학문적 성과를 가져올 수 있을 것으로 기대된다. 또한 CT와 CT 구성요소에 대한 분류와 정의를 정립되어 이를 교육 현장에 적용할 수 있는 연구가 꾸준히 진행되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

[1] Wing. J. M(2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*. 17(3):33-35.  
 [2] Korea Ministry of Education(2015). Commentary on the Revised Curriculum for 2015. [http://www.edunet.net/ne-du/ncicsvc/listSub2015Form.do?menu\\_id=623](http://www.edunet.net/ne-du/ncicsvc/listSub2015Form.do?menu_id=623).  
 [3] ISTE(International Society for Technology in

Education)(2019). *ISTE STANDARDS FOR STUDENTS*. <https://www.iste.org/standards/for-students>.

[4] Computer Science Teachers Association(2017). *CSTA K-12 Computer Science Standards*, Revised2017. <https://www.csteachers.org/page/standards>.

[5] Jaeho Lee and Junhyung Jang(2018). Explore for developing computing thinking tools. *Journal of Creative Information Culture*, 4(3), 273-283.

[6] MinJeong Kim, WonGyu Lee, and JaMee Kim(2017). Presenting the Development Direction Through the Analysis of Tool used to Measure Computational Thinking. *The Journal of Korean association of computer education*, 20(6), 17-25.

[7] Japan Ministry of Education(2019). *About notebook about informatization of education*. [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sho-tou/zyouhou/1239413.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/sho-tou/zyouhou/1239413.htm)

[8] Korea Beaver Challenge(2019). *Beaver Challenge introduction*. <https://www.bebas.kr/introduce>.

[9] British Broadcasting Corporation(2019). *Introduction to computational thinking*. <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>.

[10] ISTE(International Society for Technology in Education). *ISTE STANDARDS FOR EDUCATORS*. <https://www.iste.org/standards/for-educators>

[11] RAY. MARK(2019). Learning about Computational Thinking. *Teacher Librarian* 46(4), pp 8-12.

[12] Prakken, L. W(1942). *The Education Digest (Vol. 16)*. Education Digest.

[13] TEXTOM. <http://www.textom.co.kr/home/main/main.php>

[14] Salton, G., and Yang, C. S(1973). On the specification of term values in automatic indexing. *Journal of documentation*, 29(4), 351-372.

[15] Zhang, W., Yoshida, T. and Tang, X(2011). A comparative study of TF\* IDF, LSI and multi-words for text classification. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2758-2765.

[16] Ji-suk Hong and Ick-keun Oh(2016). Image difference of before and after an incident using social

big data analysis. *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 30(6), 119-133.

[17] Yonghak Kim and Yeongjin Kim(2016). *Social Network Analysis: 4th edition*. Seoul: Bakyongsa.

**저자소개**

**이 재 호**



1989년 2월~1996년 8월 : 한국전자통신연구원(ETRI), 선임연구원  
 1996년 9월~현재 : 경인교육대학교 컴퓨터교육과 교수  
 2011년 3월~현재 : 융합영재교육연구소(ACE) 소장  
 2014년 3월~현재 : (사)한국창의정보문화학회 회장  
 관심분야 : 정보과학영재교육, 융합영재교육, ICT기반 교육, SW 코딩 교육  
 E-mail : jhlee1281@naver.com

**장 준 형**



1999년 2월 : 대구교육대학교 (초등교육학 학사)  
 2007년 2월 : 경인교육대학교 교육대학원(초등컴퓨터교육 석사)  
 2015년 3월~2016년 12월 : 한국과학창의재단 메이커교육 강사  
 2017년 3월 : 2015 개정교육과정 과학교과서 검토연구회 회장  
 2019년 3월~현재 : 오마초등학교 교사  
 관심분야 : 정보과학영재교육, 컴퓨팅사고력 평가, 메이킹 교육, SW 코딩 교육  
 E-mail : kd12345@gmail.com