Journal of The Korean Association
of Information Education Vol. 20, No. 6,
December 2016, pp. 607-616

http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2016.20.6.607
© 2016 KAIE

정보과 교육과정에서 융합형 컴퓨팅사고력 구성 전략

신수범* · 김철** · 박남제*** · 김갑수**** · 성영훈***** · 정영식******

공주교육대학교* · 광주교육대학교** · 제주대학교*** ·
서울교육대학교**** · 진주교육대학교***** · 전주교육대학교******

요 약

컴퓨팅사고력은 문제해결방법론을 제공하고 컴퓨터과학의 개념을 배울 수 있는 복합적이며 교과 독립적인 개념이다. 또한 많은 전문가들은 컴퓨팅사고력이 발전하는 정보사회에서 필수적인 도구로 성장할 것임을 제시하고 있다. 이에 국내의 초중등 정보과교육에서도 컴퓨팅사고력을 도입하고 있다. 이에 본 연구에서는 정보과교육과정에서 컴퓨팅사고력의 성격에 부합되는 컴퓨팅사고력의 도입 방식을 제안하고자 한다. 이를 위해 컴퓨팅사고력의 성격 및 의의 그리고 교육과정에 도입한 선진 사례를 분석하였다. 분석 결과, 컴퓨팅사고력은 문제해결과정과 컴퓨터과학의 성격을 가지고 있는 것으로 제시하였다. 그리고 교육과정에 컴퓨팅사고력의 도입 유형은 컴퓨팅사고력 자체가 목적, 일반교과목표와 연계, 그리고 컴퓨터과학목표와 연계하는 경우로 제시하였다. 이와 같은 사례를 바탕으로 정보과교육의 교육과정에 컴퓨팅사고력을 도입하는 방식으로는 융합형 방식을 제안하였다. 융합형 방식은 성취기준을 내용과 방법으로 구분하였다. 정보과교육의 내용영역에는 컴퓨팅시스템, 정보생활, 소프트웨어의 내용으로 방법 영역에는 컴퓨팅사고력 세부 분야를 기술하는 것을 제안하였다. 이와 같은 컴퓨팅사고력 도입 방법은 정보과교육이 기술 중심의 컴퓨터과학을 뛰어넘어서 컴퓨터시스템을 통한 문제해결의 방법론을 안내해주는 교과로 자리매김할 수 있도록 해 줄 것이다.

키워드 : 컴퓨팅사고력, 정보과 교육과정, 컴퓨팅사고력 성격, 정보과 교육

Convergence Organization Strategies of the Computational Thinking in Informatics Curriculums

Soo-Bum Shin* · Chul Kim** · Namje Park*** · Kap-Su Kim**** ·
Young-Hoon Sung***** · Young-Sik Jeong******

GongJu Univ. of Edu.* · GwangJu Univ. of Edu.** · JeJu Natl Univ.*** ·
Seoul Univ. of Edu.**** · JinJu Univ. of Edu.***** · JeonJu Univ. of Edu.******

ABSTRACT

Computational thinking is complexity and independent subject matter being capable to learn concept of computer science and providing methodology of problem solving. Also many experts have said that computational thinking will be grow essential tool in the further developing information society. Thus our country has been trying to introduce it in the K12 informatics subject matter education. Therefore we proposed a introducing method of com-

교신저자 : 김 철(광주교육대학교)
논문투고 : 2016-12-07
논문심사 : 2016-12-07
심사완료 : 2016-12-12

putational thinking being appropriated of a character of it in the informatics curriculum. To do this, we analyzed character and worthy of it, advanced model cases introducing it into the curriculum. And we proposed that introduced case of it into curriculum is divided 3 cases archiving computational thinking itself, being connected aim of general subject matter with it and computer science education. According to this advanced cases, this study selected permeative style of computational thinking with the informatics subject matted curriculum. This method is divided achievement criterion into contents and means. also we proposed that contents area of informatics subject matter achievement criterion is composed Computing System, Information Life, Software and means area can be filled with subset of computational thinking. This introducing method can make informatics subject matter education settle subject matter helping problem solving through computer system beyond character of technology oriented subject matter.

Keywords : Informatics Subject Matter Education, Computational Thinking Charecter, Informatics Curriculum

1. 서론

컴퓨터과학과 밀접한 관련이 있는 컴퓨팅사고력은 최근 일반 학문분야와 초중등 교육에서도 주목받고 있다. 이에 컴퓨팅사고력은 컴퓨터과학의 분야와 분리되어 일반적인 문제해결 방법론으로도 활용되고 있다. 초중등 교육에 컴퓨팅사고력의 도입을 주도 하고 있는 미국과 영국에서도 컴퓨팅사고력은 다양한 교과에서 적용된다.

즉 선진주요국에서는 초중등의 다양한 교과영역에서 컴퓨팅사고력과 교과 수업내용의 통합을 시도하고 있다[2][12].

하지만 국내에서 컴퓨팅사고력은 STEM중심 교과 또는 정보, 컴퓨터의 일부 영역에서 나타나고 있다. 국내의 중학교 정보교육과정(2015)의 교육과정 체계를 보면 일부 영역에서만 컴퓨팅사고력을 핵심개념으로 제시하고 있는 점은 컴퓨팅사고력의 개념을 폭넓게 적용하지 못하고 있음을 보여주는 것이다. 또한 초등 정보교육과정(2015)에서는 컴퓨팅사고력이라는 개념을 삽입하지 못하였다[15][17].

컴퓨팅사고력이 컴퓨터과학에서부터 출발하고 있기 때문에 정보교육과정과 가장 밀접할 수 있다. 하지만 정보교육이 소프트웨어의 필요성에 의해 초등 독립교과로 발전하여도 컴퓨팅사고력은 항상 정보교과에 속해 있는 것은 아니다. 즉 컴퓨팅사고력은 모든 학문, 초중등 교과에서 문제해결의 도구로 활용할 수 있다. 그리고 정보교과는 컴퓨팅사고를 가장 효과적으로 이용할 수 있는 분야 중의 하나인 것이다.

이에 본 연구에서는 정보과교육과정에서 컴퓨팅사고력을 독립적인 영역으로 간주하면서 컴퓨팅사고력을 향상시킬 수 있는 교육과정 기술 방법을 제안하고자 한다. 이를 위해 컴퓨팅사고력의 개념과 의의를 제시하고 선진사례에서 컴퓨팅사고력을 교육과정에 어떤 방식으로 삽입했는지 분석하고자 한다. 이를 통해 정보과교육과정에서 컴퓨팅사고력이 어떤 방식으로 도입돼야 하는지에 대해서 제안하고자 한다.

2. 컴퓨팅사고력 개념과 의의

컴퓨팅사고력의 개념과 분류를 통해서 컴퓨팅사고력의 성격을 제시하고자 한다. 그리고 컴퓨팅사고력의 가치 분석을 통해서 어떤 방식으로 교육과정에 삽입되어야 하는지 시사점을 얻고자 한다.

2.1 컴퓨팅사고력의 개념

컴퓨팅사고력은 Newell 외 2명(1960)이 제시한 알고리즘적 사고에서 유래되었다[9]. 1969년도에 Papert도 컴퓨터가 인간 사고를 도와준다고 제시한 점도 컴퓨팅사고력의 개념과 유사한 점이 있다[7]. 그리고 알고리즘적 사고는 컴퓨팅응용 과학(Computational Science)의

발전에 근거가 되는 논리로 사용되었다[9]. 컴퓨팅응용 과학은 컴퓨팅 현상과 알고리즘을 연구하는 학문은 아니며 컴퓨터과학과 수학의 성과물을 기반으로 STEM 문제해결 방법을 연구하는 분야이다. 이와 같은 컴퓨팅응용 과학은 컴퓨팅사고력의 관점과 유사한 점이 있다. 즉 컴퓨팅사고력은 컴퓨팅응용 과학의 관점을 일반화, 유형화한 개념이라고 할 수 있다. 그리고 Wing은 컴퓨팅사고력에 대해서 학문적 차원에서도 중요하지만 모든 시민 학생에게 필수적인 역량으로 제안하였다[14]. 컴퓨팅사고력의 개념이 세분화되고 발전하기 시작하였다.

이렇게 발전한 컴퓨팅사고력의 개념은 다양하고 혼란스러운 측면까지 있다. 1960년대에 제시한 개념이지만 2006년 Wing에 의해서 부활된 용어이며 전문가의 배경에 따라서 이 개념 정의는 다소 차이가 나타나고 있다. 이에 Cynthia C. Selby(2010)는 다양한 학자들의 정의를 분류하여 컴퓨팅사고력의 성격을 규명하고자 했다. 그는 <Table 1>과 같이 컴퓨팅사고력을 사고, 문제해결, 컴퓨터과학, 모방 4가지 영역으로 제시하였다[6].

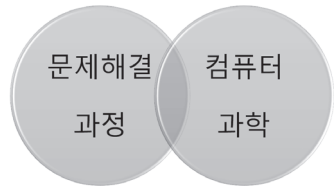
<Table 1> Classification of CT by Selby

CT type	Explanation
Thinking Terms	Cognitive Process involving logical, algorithmic, engineering and mathematical thinking.
Problem Solving Terms	Problem Solving Activities including Analysis, pattern and so on.
Computer Science Terms	Computer science activities including system design, automation and so on.
Imitation Terms	Imitation activities including modeling, simulation, visualization and so on

본 연구에서는 사고(Thinking)의 관점은 문제해결관점의 하위개념으로 제시하고자 한다. 물론 Moursund의 절차적 사고는 문제해결의 관점도 포함하고 있지만, 본 연구에서는 사고의 관점에 대해 문제해결관점 속에 포함시킬 수 있는 개념으로 판단하였다.

또한 모방(Imitation)의 관점은 현실세계의 데이터를 모방하는 활동을 의미한다. 그런데 컴퓨터과학에서도 모델링 등의 영역은 모방의 개념을 포함하고 있어서, 본 연구에서는 “모방”의 관점을 컴퓨터과학의 범주에 포괄하고자 한다.

결과적으로 본 연구에서는 컴퓨팅사고력의 성격을 컴퓨터과학과 연관성이 있는 문제해결과정으로 요약하고자 한다. 그리고 이것을 (Fig. 1)과 같이 나타내고자 한다.



(Fig. 1) Core Characters of CT

2.1.1 문제해결과정에 기반한 컴퓨팅사고력 분류

문제해결과정은 인지과학에서도 중요한 개념이며 교육훈련 방법의 주요한 방법이라고 할 수 있다. 문제해결의 여러 가지 방법 중에서 본 연구에서는 Bransford & Stein의 5단계 문제해결 절차를 활용하여 컴퓨팅사고력을 분류하고자 한다. Bransford의 문제해결과정에 기반한 컴퓨팅사고력은 (Fig. 2)와 같이 제시할 수 있다[10].

(Fig. 2)의 5단계 모델은 문제 이해, 문제 표현, 문제해결 전략 선택, 전략 실천, 결과 평가로서 이를 컴퓨팅사고력의 세부 개념과 연계하여 컴퓨팅사고력을 유형화해보고자 하였다.

해결전략선택은 문제 패턴을 분석하고 모델화한 것을 기초로 하여 해결방법을 선택하고 배열하는 단계이다.

(Fig.. 2) CT classification example based on Problem Solving Process

그리고 전략실행은 그룹별, 개인별로 문제해결을 위해 활동을 수행하는 단계로서 알고리즘, 자동화, 병렬화 등의 요소가 나타날 수 있는 것으로 해석하였다.

컴퓨팅사고력을 어떻게 해석하는지에 따라서 문제해결과 컴퓨팅사고력과의 연계는 차별화될 수 있기 때문에 본 연구에서 제시한 그림은 예시 수준에서 제시하고자 한다.

2.1.2 컴퓨팅원리에 기반한 컴퓨팅사고력 분류

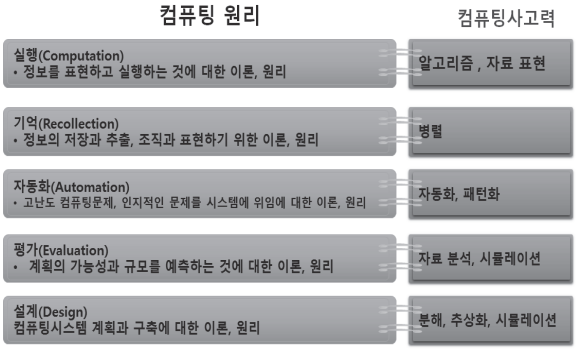
컴퓨터과학에 기반한 컴퓨팅사고력을 분류하는 기준은 Denning의 분류에 따르고자 한다[8].

Denning에 의하면 컴퓨팅사고력 개념의 확산은 컴퓨터과학의 학문적 수준으로의 발전에 기인하는 것으로 제시하고 있다.

그리고 그는 공학 수준을 넘어 과학 차원에서 컴퓨팅을 제시하기 위해 7가지 컴퓨팅 원리를 제안하였다. 그것은 실행(Computation), 통신(Communication), 협동(Coordination), 기억(Recollection), 자동화(Automation), 평가(Evaluation), 설계(Design)의 영역이다. 그는 컴퓨팅이 컴퓨터공학을 뛰어넘어 컴퓨터과학으로 자리매김하기 위한 위의 7가지 컴퓨팅 원리를 제시하였다. 그리고 데이터베이스, 프로그래밍 언어, 자료구조 등의 기술은 7가지 원리에 기반하여 나타나는 영역으로 설정하였다.

Denning의 7가지 컴퓨팅 원리는 컴퓨터과학의 학문적 수준을 높이고 타 학문과의 연계능력을 높이는데 기여했다고 평가받고 있다.

그런데 7가지의 컴퓨팅 원리는 개념적으로 컴퓨팅사고력과 연관성을 가지고 있으며 본 연구에서는 (Fig. 3)과 같이 연계하여 제시하고자 한다.



(Fig. 3) CT classification example based on Computing Principle

위의 그림은 Denning의 컴퓨팅 원리 중에서 컴퓨팅사고력과 직접적으로 관련 있는 영역만을 제시한 것이며 생략된 영역은 통신(Communication), 협동(Coordination)의 영역이다. 그리고 알고리즘에 대한 것은 직접적으로 제시하지는 않았지만 실행 영역에서 정보를 순서적으로 표현하는 원리에 대한 기술이 있어서 알고리즘을 실행(Computation)영역과 연계하였다. 이것은 Denning이 알고리즘을 매우 중요한 개념으로 판단하고 있기 때문이다.

위의 분류는 컴퓨팅사고력을 해석하는 수준에 따라서 차이가 나타날 수 있기 때문에 본 연구에서는 하나의 예시자료로 제시하고자 한다.

2.2 컴퓨팅사고력의 의의

2.2.1 새로운 수준의 문제해결 방법 지원

컴퓨팅사고력은 문제해결에 근본적인 방법과 각각의 전문분야의 심도 있는 문제해결 방법을 제시해 줄 수 있다[1][13]

바이오생명공학(Bioinformatics)은 컴퓨팅 원리와 생물학이 융합되어 새로운 수준의 해결방법을 사용함으로서 나타난 학문이라고 할 수 있다. 즉 컴퓨팅 원리, 컴퓨팅사고력을 통하여 기존의 문제에 대해 새로운 해결방법을 제시한 사례라고 할 수 있다.

또한 방대한 데이터베이스를 기반으로 자료분석을 하여 새로운 사실을 밝혀내는 것은 이미 연구의 한 방법으로 정착됐다. Amber Settle(2010)는 폭력적인 학생이 많은 관련 비디오를 봤다는 사실을 밝혀내는 방법으로 자료분석 방법을 사용했다. 그리고 이 방법은 컴퓨팅사고력이 지식을 새롭게 밝혀낼 수 있음을 지적하였다[1].

2.2.2 컴퓨터과학의 이론, 원리 학습 도구

Denning은 컴퓨터과학의 학문적인 성격을 규정하고 7가지 세부 과목을 제시하였는데 운영체제, 데이터베이스 등의 기술 중심 영역을 제시하지 않고 실행(Computation), 설계(Design) 등 개념이나 원리를 주요과목으로 제시하였다.

이러한 개념 중심 컴퓨터과학의 표현은 (Fig 3)에서도 제시하고 있듯이 컴퓨팅사고력과 일맥상통하며 기술 중심의 컴퓨터과학 과목제시보다 높은 연계성을 나타내고 있다.

즉 Denning의 설계영역은 컴퓨팅시스템 계획에 관련된 이론, 원리를 의미하는 과목이다. 그리고 추상화, 모델링 등의 컴퓨팅사고 활동은 컴퓨터구조 등의 전통적인 컴퓨터과학의 과목 구조보다 직접적인 연계성을 높이는 관계라고 할 수 있다.

물론 컴퓨터구조, 프로그래밍이라는 세부과목도 추상화, 패턴 등의 컴퓨팅사고력과도 연계성을 가지고 있다. 하지만 실습 중심의 공학중심 논리보다 보다 원론적인 이론 중심의 관점이 컴퓨팅사고력과 보다 높은 연계성을 제시한다고 할 수 있다. 그것은 컴퓨팅사고력이 궁극적으로는 인지적인 활동이기 때문에 이론, 원리 중심의 관점에 보다 높은 관련성을 나타내고 있기 때문이다. 이에 컴퓨팅사고력을 학습하는 것은 이론 중심의 컴퓨터과학에 접근하는 도구가 될 수 있을 것이다.

2.2.3 컴퓨터과학의 대중화 도구

Wing, Denning에 의하면 컴퓨팅사고력의 세부 요소는 컴퓨터과학의 중요한 개념이거나 컴퓨팅 문제를 해결하는 중요한 도구, 전략이다. 그런데 Wing을 포함하여 많은 학자들은 컴퓨팅사고력을 모든 시민, 학생을 위한 소양 능력으로 제시한 바 있다. 이에 소양 능력 수준의 컴퓨팅사고력의 학습은 컴퓨터과학을 배우는 중요한 수단이 될 수 있다. 또한 컴퓨팅사고력은 기술뿐만 아니라 인지과학, 인문사회 영역을 포괄하는 개념이기 때문에 일반 시민, 학생들에게 보다 쉽게 접근할 수 있다. 그것은 곧 컴퓨터과학이 좀 더 쉽게 대중화될 수 있는 통로를 제공해 준다.

2.2.4 문이과 통합의 도구

전술하고 있는 바와 같이 컴퓨팅사고력은 인지과학의 분야인 사고의 개념과 컴퓨터과학의 분야인 컴퓨팅이 복합된 개념이다. 복합적인 개념이기 때문에 컴퓨팅사고력을 정의하는 학자들의 배경도 다양하다. 이에 초중등교육의 교과교육에서 컴퓨팅사고력과 연계하는 전략 자체가 문이과 통합 교육을 전개할 수 있다. 추상화, 자료분석 개념 자체가 컴퓨터과학의 원리를 포함하고 있기 때문에 실습을 동반하지 않는 컴퓨팅사고 활동도 문이과 통합 교육의 사례로 볼 수 있다.

3. 컴퓨팅사고력을 위한 교육과정 구성 방안

전세계적으로 초중등 및 대학교육에서 컴퓨팅사고력과 기존 교육과정과의 연계 교육을 주도하는 국가는 영국과 미국이다.

이에 본 연구에서는 미국의 ISTE와 CSTA, 영국의 국가수준 교육과정을 분석하여 제시하고자 한다. 또한 영국의 Barefoot 단체, Code.org 의 컴퓨팅사고력 기술 방식도 추가적으로 분석하여 컴퓨팅사고력을 도입하는 방법을 유형화하고자 한다.

3.1 일반 교과 수업목표 달성을 위한 컴퓨팅사고력 적용

이 유형은 정보교육을 포함한 다양한 교과에서 컴퓨팅사고력을 적용하는 형태를 의미한다.

이 형태의 사례가 가장 많이 나타나고 있는데 그것은 컴퓨팅사고력이 교과독립적인 요소를 가지고 있기 때문이다[13]. Linda(2014)의 조사연구에 의하면 핀란드, 리투아니아, 이태리, 네덜란드, 스웨덴 국가에서도 컴퓨팅사고력은 일반교과에서 강조되고 있는 것으로 나타났다[16].

특히 컴퓨팅사고력의 자료수집 등의 요소는 일반 교과에서 더욱 쉽게 연계할 수 있다[16].

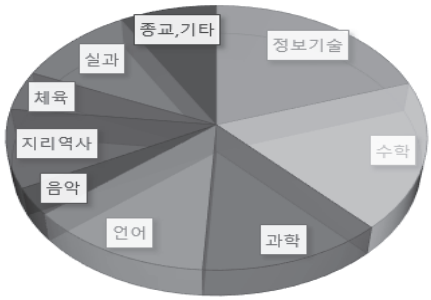
또한 ISTE와 CSTA가 공동 제작한 컴퓨팅사고력 교육과정에서 단위 수업목표는 특정 컴퓨팅사고력이 통합교과의 수업목표와 연계되어 있다[11].

그리고 <Table 2>는 5개 교과에서 컴퓨팅사고력의 추상화 적용 사례를 보여주는 사례이다[16]. 표에도 나타나듯이 추상화 요소는 컴퓨터과학 교과를 포함한 타 교과에서도 쉽게 적용할 수 있으며 특히 수학과목에서는 주요한 문제해결 방법으로 활용될 수 있다.

<Table 2> Abstract of CT Learning Example of each Subject Matter

Subject Matter	Explain
Computer Science	• Use procedures to encapsulate a set of often repeated commands that perform a function
Math	• Use variables in algebra • Identify essential facts in a word problem • Study functions in algebra compared to functions in programming;
Science	• Build a model of a physical entity
Social Studies	• Summarize facts • Deduce conclusions from facts
Language	• Use of simile and metaphor • write a story with branches

한편 Linda의 연구에서도 유럽의 초중등 교사는 (Fig 4)와 같이 범교과에서 컴퓨팅사고력 교육을 수행했다고 응답하였다[16]. 이와 같은 일련의 사례는 다양한 교과에서 컴퓨팅사고력과 연계할 수 있음을 보여주고 있다.



(Fig. 4) CT adaptation rate by subject matter

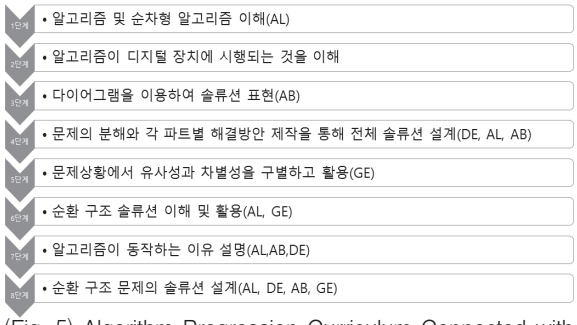
3.2 컴퓨팅 교과 수업목표 달성을 위한 컴퓨팅사고력 적용

이 유형은 컴퓨팅사고력 요소를 컴퓨터과학 또는 정보과목에서 연계하는 사례를 의미한다. 이는 싱가포르, 인디아, 중국 등 주요 아시아 국가에서 많이 나타나고 있다.

특히 영국의 CAS 사례는 국내 정보교과의 교육내용과 유사한 체계에서 컴퓨팅사고력을 도입하고 있어 시사점을 제공해 주고 있다. 2013년도 영국의 국가수준 교육과정부터는 컴퓨터 프로그래밍이라는 교과가 별도로 구성되어 있으며 해당 교과는 컴퓨터과학(CS), 정보기술(IT), 디지털리터러시(DL) 영역으로 구분하고 전체적으로 컴퓨팅사고력과 창의성을 강조하였다. 그리고 3개 영역을 범교과에 흡수하여 구성하였다.

그런데 영국 교육부의 컴퓨팅 교과 교육과정에 대해서 영국의 최대 컴퓨터과학학회(BCS)의 분과인 CAS에서는 컴퓨팅교과를 별도로 분리하여 컴퓨팅사고력과 연계하여 교육내용을 기술하였다.

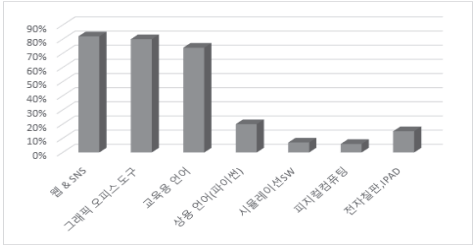
CAS가 제시한 교육내용 영역 중에는 알고리즘이 있으며 (Fig. 5)는 이를 요약하여 제시한 것이다[4]. “()” 표시는 컴퓨팅사고력을 표현한 것이다. 예를 들면 “AL”은 Algorithm, “AB”는 Abstract의 줄임식 표현이다.



(Fig. 5) Algorithm Progression Curriculum Connected with CT by CAS

또한 Linda의 연구는 컴퓨팅사고력이 정보교과의 어떤 교육내용과 연계가 쉽게 이루어지고 있는지 조사 연구를 실시하였다[16]. 그는 컴퓨팅교과 교사 961명에게 컴퓨팅사고력에 대한 중복 설문 조사를 실시하였으며 다음 그림과 같이 결과를 요약할 수 있다.

(Fig. 6)은 정보교과의 다양한 분야에서 컴퓨팅사고력과 연계할 수 있음을 시사점을 제공해 주고 있다.



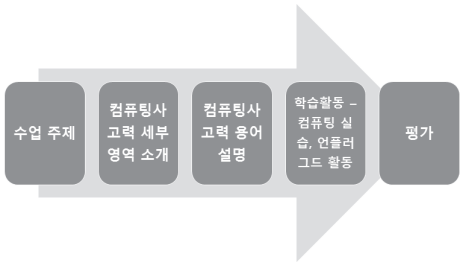
(Fig. 6) Use Rate Computer Technology for CT

3.3 컴퓨팅사고력 목표 달성을 목적으로 하는 교육내용

이 유형은 초중등 교과 내용과 별도로 컴퓨팅사고력의 목표를 달성하기 위한 교육내용을 기술한 사례를 의미한다. 이 유형의 사례로 영국 중심의 Barefoot, 전세계 국가 대상의 code.org를 제시할 수 있다. 해당 단체에서는 컴퓨팅사고 활동 위주의 수업지도안을 제시하고 있다[3][5].

즉 해당 단체는 컴퓨팅사고력 향상이 가장 중요한 목표이며 교과교육 연계, 컴퓨터과학 개념 습득, 정보생활 연계 전략은 제시하고 있지 않다. 물론 code.org는 코딩, 컴퓨터과학 원리 등도 별도로 가르치는 수업지도안도 제시하고 있다.

다음의 (Fig. 7)은 Barefoot과 code.org에서 컴퓨팅사고력 향상을 목표로 하고 있는 수업지도안 주요 목차를 요약한 것이다.



(Fig. 7) Lesson Plan Contents for Promoting CT by Barefoot, Code.org

4. 컴퓨팅사고력 요소와 연계한 교육과정 구성 전략

지금까지 컴퓨팅사고력의 성격과 교육과정에 컴퓨팅사고력의 도입유형에 대해 분석하였다. 이를 바탕으로 한국정보교육학회에서 제안한 정보과교육과정 영역에서 컴퓨팅사고력을 기술하는 방법에 대해 제안해 보고자 한다.

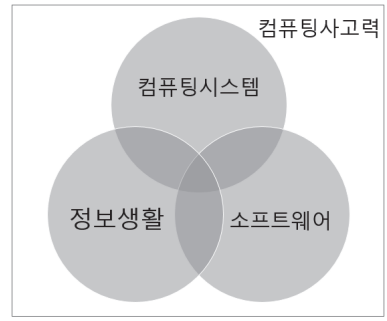
4.1 정보과교육과정의 핵심 요소와 관계

한국정보교육학회가 제안한 정보과교육과정 영역은 컴퓨팅시스템, 소프트웨어, 정보생활, 컴퓨팅사고력이며 다음의 <Table 5>와 같이 세부 내용을 요약할 수 있다[18].

<Table 5> Core Area of Informatics Subject Matter Curriculum

Core Area	Sub Contents of Core
Computing System	Computer System, Operating System, Communication, Data Structure
Software	Algorithm, Programming, Robot and Computing
Information Life	Information & Netiquette, Personal information Protection, Information Protection & Copyright
Computational Thinking	Data Collection, Data Representation, Logical Thinking, Abstraction, Generalization, Automation, Parallelization, Evaluation

4가지 영역이지만 직접적 학습 내용은 컴퓨팅시스템, 소프트웨어, 정보생활 영역이며 정보사고력은 3개 영역을 포괄하는 관계를 (Fig. 8)과 같이 제시하고자 한다.



(Fig. 8) Each Area Relationship of Informatics Subject Matter Curriculum

이와 같은 그림은 컴퓨팅사고력이 다른 3개 영역을 포괄하는 구조로서 컴퓨팅시스템, 정보생활, 소프트웨어 모든 영역에서 컴퓨팅사고력과 연계한 교육과정 기술이 요구되는 관계를 표현하였다.

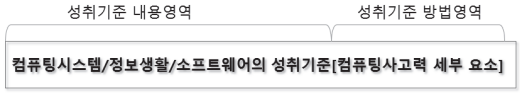
4.2 정보과교육내용에 융합형 컴퓨팅사고력 도입 실제

융합형이란 기존 교육내용 요목 또는 교육목표 성취기준에 컴퓨팅사고력 세부 요소를 병행 표기하는 전략을 의미한다. 구체적인 융합형 컴퓨팅사고력을 교육과정에 도

입하는 방법은 내용과 방법요소로 구분하여 기술한다.

컴퓨팅사고력은 문제해결방법을 유형별로 세분화한 개념이다. 즉 문제해결의 방법론을 제공해주는 개념이라고 할 수 있다. 아래 표에서 에를 들면 컴퓨팅시스템 영역의 “정보기기 구성 요소의 특징을 이해하고 기능별로 구분할 수 있다”는 달성해야 하는 내용목표이며 달성하는 방법으로 “분해”라는 문제해결요소를 사용한다는 의미이다.

이를 도식적으로 표현하면 다음과 같다.



(Fig. 9) Achievement Criterion Model of Permeative Education Objective

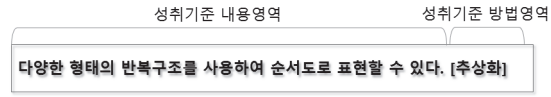
학습자는 내용영역과 방법영역 모두 도달해야 하지만 방법영역을 명시적으로 제시하고 안내하는 것은 학년별로 차별화될 수 있다. 즉 저학년에서는 암묵적으로 방법 활용을 안내할 수도 있다.

<Table 6>에서는 이와 같은 모델에 기반하여 정보과교육과정 영역별로 컴퓨팅사고력 요소를 융합적으로 표현하는 사례를 제시한 것이다.

<Table 6> Achievement Criterion Example Including CT of Each Area

Core Area	achievement criterion including CT
Computing System	Being capable to distinguish each function and understanding feature of information system component.[Decomposition]
Software	Being capable to represent various repeat structure using flowchart.[Abstraction]
Information Life	Being capable to propose solution through analyzing damage of personal information reason [Data Analysis][Algorithm]

위의 도표 내용에서 보면 “다양한 형태의 반복구조를 사용하여 순서도로 표현할 수 있다[추상화]” 예시자료에서 “다양한 형태의 반복구조를 사용하여 순서도로 표현할 수 있다.”는 도달해야하는 내용영역이고 “[추상화]”는 내용영역 도달을 위해서 활용해야 하는 방법영역이다. 이를 위의 융합형 컴퓨팅사고력 모델에 적용하면 다음의 (Fig. 10)과 같이 제시할 수 있다.



(Fig. 10) Achievement Criterion Example of Permeative Education Objective

5. 결론

본 연구는 컴퓨팅사고력이 정보과교육과정에 어떻게 삽입되어져야 하는지에 대한 것이다. 기존의 국내 컴퓨터과학, 정보교육과정은 컴퓨팅사고 영역을 제외했거나 교육과정의 일부영역에 한정되어 기술되어 있었다. 그런데 컴퓨팅사고력은 컴퓨터과학과 관련이 깊지만 컴퓨터과학의 영역과 관련 없이 모든 교과 영역에서 가르칠 수 있음을 다양한 학자들이 제시하였다.

영국의 CAS, 미국의 ISTE는 범교과 또는 컴퓨터과학 교과의 목표에 컴퓨팅사고력을 연계방식으로 병행 표기하는 사례가 나타났다.

이에 본 연구에서는 “융합형”이라는 키워드를 사용하여 정보과교육과정에 컴퓨팅사고력을 삽입하는 방법을 제안하였다.

이를 위해 먼저 컴퓨팅사고력의 개념을 유형화하고 성격을 규명하였다. 본 연구에서 제시한 컴퓨팅사고력은 문제해결과정, 컴퓨터과학의 성격을 모두 내포하고 있으며 컴퓨팅사고력 학습을 통해서 문제를 좀 더 깊게 이해하고 컴퓨터과학을 좀 더 깊게 이해할 수 있는 도구로 활용가능하다고 제시하였다. 또한 문이과 통합의 도구로 활용할 수 있는 점도 제안하였다.

이를 통하여 컴퓨팅사고력은 정보과교육과정에 포괄적 범주로 자리매김해야 함을 제시하였다. 그리고 컴퓨팅시스템, 정보생활, 소프트웨어의 정보과교육영역과 컴퓨팅사고력 개념의 도입 방법으로 연계방식을 제시하였다.

정보과교육내용과 컴퓨팅사고력의 융합된 모습은 성취기준의 내용과 방법적인 구조로 구분될 수 있다.

이와 같이 정보과교육과정의 모든 영역에서 컴퓨팅사고력을 포함하는 방법은 정보과 교육이 단순히 기술지향, 프로그래밍지향을 추구하기보다는 문제해결의 방법론을 안내하는 교과로 발전하는 계기를 마련할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] Amber Settle, Ljubomir Perkovic(2009). Computational thinking across the curriculum: A conceptual framework. College of Computing and Digital Media Technical Reports. Paper 13. http://via.library.depaul.edu/tr/13

[2] Andrew Csizmadia, et al.(2015) Computational thinking A guide for teachers, Computing At School. pp. 14-16.

[3] Barefoot Computinghttp://barefootcas.org.uk/

[4] BCS academy Computing Progression Pathways http://academy.bcs.org/

[5] Code.org https://code.org/curriculum/unplugged

[6] Cynthia C. Selby(2013). Computational Thinking: The Developing Definition. ITiCSE Conference, University of Kent.

[7] Dave Catlin, John Woollard(2011). Educational Robots and Computational Thinking. Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education, pp. 144-151.

[8] Denning, Peter J.(2008). Great Principles of Computing. Calhoun: The NPS Institutional Archive. Online Available http://hdl.handle.net/10945/35523

[9] Denning, Peter J.(2010) The Great Principles of Computing. The Scientific Research Society. Sep-Oct p 371.

[10] Donald P. Kauchak, Paul D. Eggen(1997) LEARNING & TEACHING Viacom company 3rd Edition, p. 309.

[11] ISTE, CSTA(2011). Computational Thinking Teacher Resources. National Science Foundation under Grant No. CNS-1030054

[12] Jake A. Qualls and Linda B.(2010). WHY COMPUTATIONAL THINKING SHOULD BE INTEGRATED INTO THE CURRICULUM Sherrell University of Memphis Department of Computer Science.

[13] Jackson J., Moore L., "The Role of Computational Thinking in the 21st Century", 2012. pp 149-155 http://www.appropriatetech.net/files/Papers_Green_Economy_and_Innovation.pdf

[14] Jeannette M. Wing(2014). Computational Thinking Benefits Society Social Issues in Computing New York: Academic Press. http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html

[15] KAIE(2015). Curriculum Contents Overview of Information Subject Matter.

[16] Linda Mannila, et al.(2014) Computational Thinking in K-9 Education. ITiCSE-WGR'14, pp. 1-3, June.

[17] Ministry of Education, MOE(2015). Management Guideline of Software Education.

[18] Soobum Shin, et al(2016). Plan of Contents Organization and Curriculum Character Informatics Subject Matter. *The Korean Association of Information Education Research Journal. 7*(3). pp. 1-8.

[19] Valerie Barr, Chris Stephenson(2011). Bringing CT to K12_What is Involved and What is the Role CSE Community? *ACM Inroads Volume 2 Issue 1*, March. pp. 48-54

저자소개

신수범

1991 인천교육대학교 (교육학학사)
1998 한국교원대학교 (교육학석사)
2002 한국교원대학교 (교육학박사)
2002~2005 KERIS 연구원
2005~현재 공주교육대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 컴퓨터교육
E-Mail: ssb@gjue.ac.kr

김 철

1997 전남대학교 대학원 전산통계학과 (이학박사)

1998 University of Washington (객원교수)

1992 - 현재 광주교육대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야 : 인터넷자원관리, 교육용콘텐츠, 로봇활용교육, e-Learning

e-mail : chkim@gnue.ac.kr

박 남 제

2008 성균관대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)

2003~2008 한국전자통신연구원 정보보호연구단 선임연구원

2009 University of California at LA(UCLA) Post-doc.

2010 Arizona State University (ASU) Research Scientist

2010~현재 제주대학교 교육대학 초등컴퓨터교육전공 교수

관심분야 : 컴퓨터교육, STEAM, 정보보호, 암호이론 등

E-Mail: namjepark@jejunu.ac.kr

김 갑 수

1996 서울대학교 전산학박사

1987~1992 삼성전자 사원-과장

1995~1998 서경대학교 조교수

1998~현재 서울교육대학교 컴퓨터교육과 조교수-교수

관심분야: 컴퓨터 교육, SW 공학, 정보 영재, 기능성 게임

e-mail: kskim@snue.ac.kr

성 영 훈

2000. 진주교육대학교(학사)

2002. 진주교육대학교 교육대학원 컴퓨터교육 전공(석사)

2010. 경상대학교 대학원 컴퓨터과학(공학박사)

2011~2015. 한국교육학술정보원 연구원

2015~현재 진주교육대학교 컴퓨터교육과 조교수

관심분야 : SW교육, 컴퓨팅융합교육, 국가행정정보시스템

e-mail : yhsung@cue.ac.kr

정 영 식

1996 춘천교육대학교 수학교육학과(교육학학사)

2001 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)

2004 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)

2004~2011 한국교육개발원 연구위원

2004~현재 전주교육대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래밍, 이러닝

E-Mail: nurunso@jnue.kr