Journal of The Korean Association
of Information Education Vol. 23, No. 6,
December 2019, pp. 639-653

http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2019.23.6.639
© 2019 KAIE

Computational Thinking 기반의 인공지능교육 프레임워크 및 인지적학습환경 설계

신승기
애리조나주립대학교 컴퓨터교육전공

요약

본 연구에서는 Computational Thinking기반의 인공지능교육을 위한 프레임워크와 인지적 학습환경 구성의 절차를 구현하고자 하였으며, 추후 인공지능교육을 위한 교육과정 설계의 이론적 근거를 제시하고자 하였다. 연구의 결과를 토대로 데이터수집 및 발견의 단계에서 추상화 과정을 통해 알고리즘과 문제해결의 모형을 선택하는 학습모형을 제시하였고 이를 자동화하여 평가하는 단계를 기반으로 문제해결 및 예측하는 과정을 수행함으로써 인공지능을 활용한 문제해결력을 기를 수 있는 Computational Thinking 기반 AI의 교수학습모형을 제시하였다. 인공지능교육에 대한 인지적 학습환경과 관련된 연구를 분석하여 Computational Thinking의 핵심 사고과정 중 하나인 추상화의 단계를 중심으로 절차를 구성하였으며, Agency(학습보조)에서 Modeling(인지적 구조화)으로의 전이를 토대로 학습구성의 단계를 제시하였다. 본 연구에서 제시한 인공지능교육의 프레임워크와 인지적 학습환경 구성의 절차는 Computational Thinking을 기반으로 제시되었다는 점에서 특징을 갖고 있으며 추후 인공지능 기반 교수학습연구의 근간이 될 것으로 기대한다.

키워드 : 인공지능교육, 컴퓨팅사고력, 컴퓨터교육, 인지적학습환경, 프레임워크

Designing the Instructional Framework and Cognitive Learning Environment for Artificial Intelligence Education through Computational Thinking

Seungki Shin
Computer Science Education, Mary Lou Fulton Teachers College, Arizona State University

ABSTRACT

The purpose of this study is to design an instructional framework and cognitive learning environment for AI education based on computational thinking in order to ground the theoretical rationale for AI education. Based on the literature review, the learning model is proposed to select the algorithms and problem-solving models through the abstraction process at the stage of data collection and discovery. Meanwhile, the instructional model of AI education through computational thinking is suggested to enhance the problem-solving ability using the AI by performing the processes of problem-solving and prediction based on the stages of automating and evaluating the selected algorithms. By analyzing the research related to the cognitive learning environment for AI education, the instructional framework was composed mainly of abstraction which is the core thinking process of computational thinking through the transition from the stage of the agency to modeling. The instructional framework of AI education and the process of constructing the cognitive learning environment presented in this study are characterized in that they are based on computational thinking, and those are expected to be the basis of further research for the instructional design of AI education.

Keywords : AI Education, Computational Thinking, Computer Science Education, Cognitive Learning Environment, Framework

논문투고 : 2019-12-09
논문심사 : 2019-12-11
심사완료 : 2019-12-20

1. 서론

2019년은 컴퓨터 교과교육에서 새로운 도약이 시작된 중요한 시기라고 할 수 있다. 미래사회의 핵심역량이라고 할 수 있는 Computational Thinking을 기르기 위하여 초등학교와 중학교 모두 필수교육과정으로 운영이 이루어진 새로운 도약기로서의 의미가 있다[18][19][26][34]. 2015개정교육과정을 통해 새롭게 도입된 소프트웨어교육의 원활한 안착을 위하여 정부기관, 학계, 교육청, 각급학교 모두의 적극적인 노력이 있었다. 정부에서는 소프트웨어교육 시범학교 및 선도학교를 운영하고 있으며, 전국단위 권역별 운영지원단을 편성하여 소프트웨어교육 안착 및 지역사회로의 확산을 주도하였다[21]. 학계에서는 소프트웨어교육이 단위학교에서 적용될 수 있는 다양한 교수학습방법과 효과성에 대한 연구를 통한 이론적인 근거와 방향성을 제시하였다[26][34]. 교육청에서는 학교 교육과정 운영 및 교원의 소프트웨어 역량 강화 등의 지원방법을 마련하였으며[18][19], 각급 학교에서는 미래사회의 창의융합형 인재를 길러내기 위한 학교교육과정 수립 및 실천적인 소프트웨어교육의 추진이 이루어졌다[26][34].

아울러 2019년은 AI교육을 통한 컴퓨터교육의 새로운 흐름을 제시하게된 원년이라는 점에서 의미를 갖는다. 인공지능기술의 발달과 일상생활에서 널리 활용되고 앞으로의 무궁무진한 발전가능성을 토대로 교육에서 이를 융합하고 관련 알고리즘을 학습함으로써 미래사회의 인재를 길러내기 위한 방향성을 제시하였다는 점에서 의미를 갖는다. 그러나 인공지능에 대한 기술과 공학적 관점의 연구는 지속되어 왔으나, 이를 컴퓨터교육에서 무엇을 어떻게 가르쳐야 하는지에 대한 연구는 아직 시작단계에 머물러 있다[31]. 따라서 본 연구에서는 AI교육을 위한 교육요소 및 내용을 도출하여 프레임워크를 구성하고자 하였다. 특히 Computational Thinking을 기반으로 AI교육에 대한 교수학습요목을 살펴보고 AI교육에 대한 교수학습의 프레임워크를 구성하고자 하였으며, AI교육을 위한 인지적 학습환경을 구성하기 위한 모델을 설계하였다.

본 연구에서 사용하고 있는 AI는 인공지능(Artificial Intelligence)을 줄여서 나타낸 용어이다. AI에 대한 정의는 John McCarthy에 의해 1956년의 다트머스 컨퍼런스에서 처음 제시되어 지금까지도 가장 많은 인용을 통해 언급되고 있는 아래와 같은 정의[16]를 본 연구에서 사용하였다.

> An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves.
>
> 기계가 언어를 사용하고, 추상화와 개념을 형성하고, 현재 인간을 위해 요구된 문제를 해결하고, 스스로를 향상시키는 방법을 찾으려고 노력할 수 있는 능력이다.

본 연구에서는 Computatonal Thinking기반의 인공지능 교육, 즉 AI교육에 대한 프레임워크와 인지적학습환경을 설계하기 위한 내용을 제시하였으며, AI교육은 최근에 인공지능기술의 발달에 따라 교육현장에서 활용하기 위해 제시된 용어로서 일반화된 용어가 아직까지는 확립되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 AI교육에 대하여 인공지능의 기술과 알고리즘을 활용하여 창의성과 문제해결력을 신장시키기위한 컴퓨터과학교육의 교수학습내용과 요소라고 정의하였다.

2. 선행연구 분석

2.1 AI교육으로의 흐름

컴퓨터교육에 대한 최근의 관심은 2006년 Wing의 Computational Thinking에 대한 새로운 개념의 정립과 확산에 따라 대두되었으나[26][34], 인공지능을 활용한 일상생활에서의 기술의 발달을 통해 관심이 더욱 높아지게 되었다[31]. 1997년 IBM의 인공지능 장치인 딥 블루(Deep Blue)가 체스 세계챔피언을 상대로 승리를 거두게 되면서 차세대 인공지능 시스템인 왓슨(Watson)을 개발하게 되었으며[8], 2011년에는 미국의 유명한 퀴즈쇼인 Jeopardy에 참여하여 승리를 거두게 된다[15]. Google에서도 인공지능 시스템 개발을 추진하며, 가장 복잡하며 예측이 어렵다고 하는 바둑에 인공지능 시스템을 적용한 알파고(AlphaGo)가 프로바둑기사를 상대로 4승 1패라는 성적을 거두게 되었다[2]. 이는 천재적인 프로바둑기사가 은퇴를 하게 만드는 가장 큰 이유로 밝혀지며 2019년에 이르러 다시한번 인공지능에 대한 주목을 받게 하였다[27].

이에 따라 교육부에서는 인공지능 시대의 미래인재를 양성하기 위한 방안으로 AI교사 5천명을 양성하기 위한 계획을 수립하고 2019년 11월 관련 계획을 발표하게 되었다[10][20]. 2020학년도 후학기부터 교육대학원에서 인공지능 융합교육을 위한 교육과정을 개설하도록 하였으며, 4차 산업혁명시대를 대비하여 AI기반의 융합교육을 실시할 수 있는 교사를 양성하기 위한 계획을 마련하였다[10][20]. 이를 위해 교원양성대학의 교육대학원에서는 관련 교육과정을 편성하고 AI시대를 이끌어갈 수 있는 교사를 양성하기 위한 교수학습과정을 마련하고 있으며, 2020년을 목표로 교과를 편성하기 위한 준비를 하고 있다[10][20].

2.2 AI교육의 필요성과 방향

이상욱과 고영미(2017)는 인공지능시대에서의 교육의 목적에 대하여 지식기반사회에서 학생들의 미래를 가꾸어나갈 수 있도록 하는 것이라고 설명하였다. 특히 학교교육의 변화를 통해 21세기 교육이 이루어져야 함을 제시하며, AI교육을 위해서는 창의성을 기반으로 인공지능에 대한 이론과 원리에 대한 학습이 중요하다는 것을 강조하였다[30].

김신애 등 (2018)은 2018년부터 추진되고 있는 국가디지털전환 사업에서의 교육분야 추진 사항에 대한 방향을 제시하였다. 디지털 전환은 DX(Digital Transformation)라는 명칭으로 교육정보화 사업과 연계하여 추진되었으며, 특히 최근의 인공지능에 대한 사회적인 요구에 따라 학습자 개별 역량을 중시하는 인공지능기술 활용 프로젝트 학습을 교육분야에 반영해야함을 강조하였다[12].

조정호(2019)는 4차산업혁명으로의 도래에 따른 인공지능기반 교육의 특성과 이를 기반으로 나타나게될 윤리적인 부분에 대해서 강조하였다. 인공지능기반 교육의 특징으로 교사와 학생간의 관계만큼 인공지능과 학생의 관계가 심화될 것으로 예상하였다[11]. 또한 시각화된 빅데이터 자료를 활용하여 비교육과정 교육을 통해 교육과정 재구성등 유연한 교육과정 운영의 기회를 제공하여, 시간과 공간의 교육환경의 제한을 해소하는데 도움이 될 것이라고 하였다[11]. 아울러 인공지능은 강화학습을 통해 전자적 인간의 지위를 갖게 될 것으로 예상하며 이에 대한 새로운 윤리적인 관점과 기준이 마련되어야 함을 제시하였다[11].

박종향과 신나민(2017)은 인공지능은 새로운 미래사회의 기술로서 학습자의 인식에 대한 중요성을 강조하며 AI기술에 대한 인식을 살펴보았다. 초등학생들은 AI를 편리한 기술이라고 답하였으며, 중등의 학생들은 사용하기에 따라 편리성과 협력가능성에 대한 판단이 가능하다고 주로 응답하였다[24]. 또한 AI를 활용한 학습의 보조도구로서의 역할에 대한 인식에 대하여 대체로 학교현장에서 활용을 희망하는 것으로 나타났다[24].

박준서 등(2019)은 AI스피커를 활용한 수업을 통해 학습자의 효과성을 살펴본 결과 주의력 집중 및 수행 유도와 같은 정성적인 학습효과를 살펴볼 수 있었으며, AI 활용 융합교육의 가능성을 제시한 연구라고 할 수 있다.

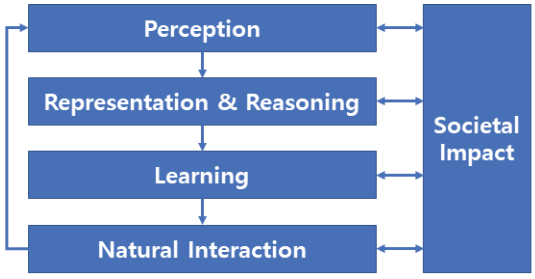
류미영과 한선관(2018)은 인공지능에 대한 현장교사의 인식을 살펴본 결과 소프트웨어교육에 대한 연수를 많이 받은 교사일수록 인공지능에 대한 이해와 관심이 높다는 점에서 컴퓨터과학과의 연계를 통한 인공지능교육의 필요성을 제시하였다.

Krishna Rao(2005)는 비판적사고 기반의 AI교육을 실시하여 학생들의 문제해결력이 신장되는 결과를 확인하였다. 효과적인 알고리즘을 선택하는 협업의 과정을 통하여 학생들의 의사소통능력이 신장되었고 수업참여를 확대하고 긍정적 분위기를 만드는데 효과가 있었다고 하였다[13].

2.3 AI교육을 위한 주요 개념

Computational Thinking에 대하여 현장중심의 상향식 개념 정립 및 확산에 앞장서고 있는 미국의 CSTA(Computer Science Teachers Association, 컴퓨터교사협회)에서는 초중등학생(K-12)들의 AI관련 역량을 강화하기 위하여 2018년 3월부터 교수학습방법에 대한 연구를 시작하였다[37][38]. 특히, 1979에 설립되어 세계적으로 AI관련 권위를 갖고 있는 학회인 AAAI(American Association of Artificial Intelligence, 전미인공지능학회)와 카네기멜론대학교와 함께 AI4K12를 설립하여 표준교육과정 및 교수학습가이드라인 개발 등의 연구를 수행하고 있다[37][38]. 미국에서는 AI교육을 컴퓨터과학교육의 하위 요소중 하나로 간주하여 2017년 CSTA에서 제시한 K-12 컴퓨터과학 교육과정을 기반으로 프레임워크를 구성하여 기존의 교육과정에 포함될 수 있도록 연구가 진행되고 있다[37][38]. 따라서 기존의 Computational

Thinking을 기저사고전략으로 제시하며 이를 토대로 AI를 활용한 문제해결력을 기르기 위한 교육과정을 구성하고 있다[37][38]. 아래의 <Fig. 1>은 AI학습을 위한 5가지의 주요 개념을 AI4K12에서 구성한 것이다[37][38].



<Fig. 1> Artificial Intelligence Learning Stages by AI4K12

컴퓨터과학 기반의 교육을 위한 관점에서 선정된 5가지 주요 개념은 인지(Perception), 표현과 추론(Representation & Reasoning), 학습(Learning), 상호작용(Natural Interaction), 사회적영향(Natural Interaction)으로 구성되었다[37][38]. 이러한 학습의 개념과 절차는 컴퓨터의 관점에서 학습과 추론을 기반으로 문제해결방법을 예측하는 과정이며 AI의 사회적 영향을 고려하도록 구성되었다[37][38].

AI교육으로 앞서가는 국가를 뽑으라면 미국과 중국을 대표적으로 예로 들수 있다. 미국의 경우 대학과 연구소를 중심으로 추진이 이루어졌으며 K-12에 대한 교육방법을 위한 연구를 2018년도부터 본격적으로 실시하여 2019년에 이르러 K-12학생들을 위한 AI의 5가지 개념을 <Fig 1.>과 같이 소개하게 되었으며. 교육과정 편성 및 교수법에 대한 연구를 상향식으로 진행하고 있다[37][38]. 중국의 경우 전세계적인 소프트웨어교육에 대한 흐름에서 한발 늦게 추진되었으나, AI교육을 중심으로한 컴퓨터과학교육에 대한 집중적인 투자와 관심을 기울이게 되었다[28]. 이에 따라 2017년 '차세대 인공지능 발전 계획'을 발표하여 AI교육의 필요성을 제시하였으며, 2018년에는 '인공지능 기초'라는 교과서를 개발하여 전국 40개 고등학교를 대상으로 인공지능교육 시범학교를 운영하였다[28]. 2019년에는 유아에서 대학에 이르는 범위에 대하여 인공지능교육을 위한 교과서인 '인공지능실험교재'를 개발하여 적용 및 확산을 하고 있으며 아래의 <Table 1>은 유치원에서 고등학교에 이르는 AI교육과정의 주요 교수요목을 나타낸 것이다[28].

<Table 1> AI Education Curriculum in China

School	Grade	Main Contents
Kindergarten	K	Become familiar with AI
Elementary School	1	Discovering the AI
	2	Recognizing the AI
	3	Utilizing the AI
	4	Creative AI
	5	AI making
	6	Expanding the AI
Middle School	1-3	Designing the AI model
High School	1-3	Extending AI technology

2.4 Computational Thinking과 AI교육

Gadanidis(2017)은 인공지능(AI)의 특징을 살펴보기 위하여 비고츠키(1978)의 사회문화적 관점에서 지식의 상호작용을 토대로 Mathematics Education (ME) 및 Computational Thinking(CT)과의 교차점을 살펴보고 핵심요소를 도출하고자 하였다. 특히 교육에서 AI의 활용방법을 제시하였고 교육에서의 AI는 새로운 부분이 아니며 디지털튜터로서 학생들의 학습을 보조하는 도구로서 활용되었다고 제시하고 있다[6]. 그러나 최근에는 AI에 대한 내용적 접근을 통해 미래사회의 변화를 대비하는 중요요소로서 제시되고 있으며 Computational Thinking을 기반으로 통합적 접근을 통해 제시되어야 함을 설명하고 있다[6].

Silapacote와 Srisuphab(2017)은 AI교육의 필요성을 강조하면서 기술의 발달과 사회의 변화에 따라 인공지능이 컴퓨터과학의 핵심요소임을 제시하였으며, AI교육을 통해 학생들의 인공지능 기반의 문제해결력을 기르는 것이 중요함을 강조하였다. AI교육은 논리적 추론, 비판적 사고, 분석적 사고를 기반으로 수학에서 활용되는 알고리즘을 활용하여 의사결정이 이루어진다는 점에서 컴퓨터과학의 문제해결과정인 Computational Thinking의 사고과정과 일치함을 제시하였다[36]. 특히, 추상적 사고과

정을 통해 데이터 구조와 알고리즘을 시각적으로 표현할 수 있다는 점에서 Computational Thinking을 기반으로 AI교육을 통한 문제해결력을 길러야 한다는 점을 강조하였다[36].

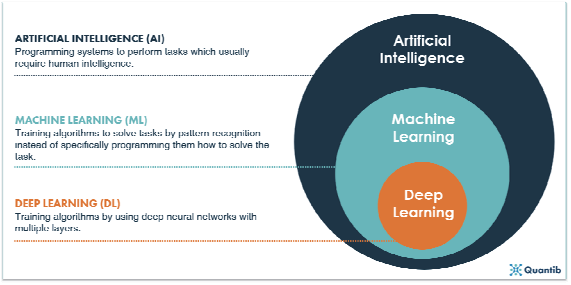
Zeng(2013)은 AI thinking을 강조하며 컴퓨팅이 중심이 되는 사회에서는 Computational Thinking과 함께 AI thinking을 융합하여 함께 역량을 기르는 것이 중요하다고 하였다. 특히 Computational Thinking에서 강조하는 추상적사고, 문제해결능력, 데이터 과학에 대한 내용에서 상호 밀접한 관련성을 갖는다고 제시하고 있다[41].

Shih(2019)는 AI의 원리를 이해하기 위한 교수학습을 위하여 Computational Thinking의 단계(분해 → 패턴 인식 → 추상화 → 알고리즘)를 통해 AI의 방법을 이해하도록 하였다. 인공지능의 기본 원리는 Computational Thinking을 기반으로 사고절차 및 반성 단계를 수행하면서 이해할 수 있도록 구성해야 한다는 점을 함께 강조하였다[32].

Oldridge(2017)는 AI교육에서도 Computational Thinking의 중요성을 강조하며, 컴퓨터의 자동화 능력과 인간의 문제해결과정을 연결시켜주는 사고절차라는 점을 제시하였다. 비정형화된 인지과제에 대해서는 인공지능과 머신러닝을 통해 극복할 수 없는 간극(Gap)이라고 소개하며 Computational Thinking을 통해 해결이 가능하다는 점을 인지적사고과정의 관점에서 강조하였다[22].

3. 연구 목적 및 연구 방법

소프트웨어교육과정이 2015년도에 발표가 되고, 2019년도에 들어서면서 초등학교 및 중학교에서 필수교육과정으로 모두 운영이 시작되었다. 이와 더불어 급격한 사회의 변화와 교육을 통한 미래인재양성을 위하여 2019년도에는 AI교육을 위한 지원방안이 발표되었다[10][20]. 이를 토대로 2020년부터는 AI를 지도하기 위한 전문교사를 양성하도록 하였으며[10][20] 교육대학원의 학기가 통상 5~6학기라는 것을 고려하면 2023년부터 인공지능 융합교육의 역량을 갖춘 교사가 양성된다고 할 수 있다. 전세계적으로 산업의 중심이 인공지능 기반의 자율화되는 형태로 변화되어 가면서 관련 인재를 양성하기 위한 관심이 높아지고 있고, 자연스럽게 교육을 통한 전문인재를 양성하기 위한 노력을 기울이고 있다.



<Fig. 2> A schematic overview of AI, ML, and DL[29]

<Fig. 2>에 제시된 그림과 같이 인공지능은 머신러닝과 딥러닝을 포함하는 상위의 개념이며[4][29], 이를 구현하기 위해서는 컴퓨터 프로그래밍 언어를 기본적으로 다룰수 있는 역량이 있어야 한다. 또한 인공지능을 위한 함수를 활용하거나 구현하여 다양한 문제상황을 학습시키거나 문제해결모형을 제시하여 판단할 수 있도록 하는 과정이 포함된다는 점에서 인공지능은 기본적으로 컴퓨터과학을 근간으로 세분하된 분야라고 할 수 있다. 컴퓨터과학에서 다루는 기저 철학 및 문제해결과정이 Computational Thinking이라는 것을 고려하면, 인공지능에 대한 학습은 Computational Thinking을 근간으로 알고리즘을 이해하거나 활용하고 문제를 해결할 수 있도록 해야 한다.

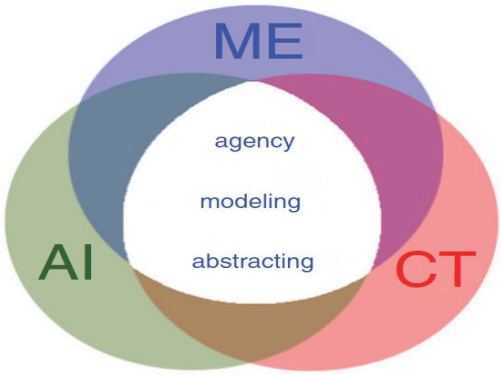
따라서 본 연구에서는 Computational Thinking기반의 인공지능교육을 위한 컴퓨터과학교육의 프레임워크를 설계하여 추후 인공지능교육을 위한 교육과정 설계의 이론적 근거를 제시하고 모형을 마련하고자 하였다. 이를 위한 연구 방법은 다음과 같이 설계하였다. 첫째, AI교육을 위한 인지적인 학습 환경 구성에 대하여 살펴보았다. 인공지능은 추상화된 인지적인 사고절차를 자동화하여 프로그래밍 언어를 통해 알고리즘으로 구현된 것이라는 점에서, AI교육에 필요한 인지적 교수학습환경 및 요소를 살펴보고자 하였다. 둘째, AI교육을 통한 문제해결의 사고절차를 살펴보고 인공지능을 활용한 문제해결과정에서 수행되는 절차를 통해 특징을 도출하고자 하였다. 셋째, 기존의 Computational Thinking에 대한 개념과 문제해결 과정에 대한 내용을 살펴보고 특징을 도출하여 구조화하고자 하였다. 넷째, 선행연구를 통해 나타난 AI교육을 위한 필수 요소를 근간으로 AI교육의 인지적 학습환경 구성 요소, AI기반 문제해결의 사고절차를 살펴보고 범위와 깊이에 대한 특징을 구조화

하였다. 다섯째, Computational Thinking의 문제해결절차와 핵심요소를 토대로 AI교육에 필요한 요소와 문제해결절차와의 특징을 비교하여 구조화하고 절차적 문제해결과정을 구성하고자 하였다. 이와 같은 단계를 토대로 본 연구에서는 Computational Thinking기반의 AI교육의 프레임워크를 구성하고자 하였다.

4. CT기반 AI교육을 위한 핵심 요소 도출

4.1 AI교육의 인지적 학습 환경 구성

Gadanidis(2017)은 AI교육을 위한 인지적 학습환경 구성을 위해 아래의 <Fig. 3>과 같이 Agency(학습보조), Modeling(인지구조), Abstracting(추상적사고)의 관점에서 Computational Thinking과의 공통점을 제시하였다[6].



<Fig.. 3> Three elements common to AI, CT and ME[6]

Agency(학습보조)의 관점에서 자기주도적학습이 가능하도록 도움을 준다는 특징이 있으며, 사전지식을 토대로 복잡한 문제를 해결하는 여건을 제공할 수 있다는 공통점을 제시하고 있다[6]. Modeling(인지구조)의 관점에서 문제해결을 위한 알고리즘을 활용하여 학습자의 사고과정과 절차적 인지구조를 형성하는데 도움을 준다는 점에서 공통의 요소를 언급하였다[6]. Abstracting(추상적사고)의 관점에서 논리적 추론과 지식을 표현하는 필수요소로서 개념을 이해하고 학습자의 문제해결력을 길러줄 수 있는 핵심적인 요소로서의 특징을 제시하였다[6].

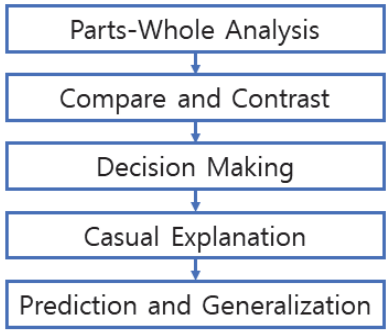
Silapacote와 Srisuphab(2017)은 AI문제는 일반적으로 하나 이상의 문제해결방법을 갖고 있다는 점에서 집단 내에서 의사소통과 협력을 통해 논리적 추론을 할 수 있는 역량이 필요함을 강조하였다. 특히, 문제해결방법에 대한 추론과정 뿐만 아니라 해결방안을 실제로 적용하는 절차에서 다양한 시행착오(Trials and Errors) 과정을 수행하며 다양한 문제해결방법을 찾는 것이 AI문제를 해결하는 핵심 과정이라고 제시하였다[36]. 이를 위해 제시된 핵심 요소로서 재귀 프로그래밍을 통해 반복적인 문제 수행의 과정을 제시하였으며, 컴퓨팅을 통한 데이터 추상화를 통해 데이터를 시각화하는 모델링을 제시하였다[36]. 또한 비고츠키의 정서적 도구관점(Tools of the mind)에서 접근할 수 있는 문제해결전략을 통해 컴퓨팅의 기술뿐만 아니라 인지전략을 활용한 정서적인 역량(Mental Abilities)을 기를 수 있도록 강조하였다[36].

Zeng(2013)은 AI교육을 위한 논리와 알고리즘을 기반의 3가지 학습전략을 제시하였다. 첫째, 문제해결과정에서 사전지식과 사례를 기반으로 아이디어를 구성할 수 있도록 해야 함을 제시하였다[41]. 둘째, 일상생활 속에서 문제를 발견하고 해결방안을 추론할 수 있는 학습환경 구성의 필요성을 제시하였다[41]. 셋째, AI교육을 위해서는 비정형데이터 기반의 학습이 구성되어야 한다고 하였다[41]. 따라서 AI교육을 위한 학습전략을 활용하기 위해서는 Computational Thinking기반의 추상화 과정이 중심이 되어야 한다 강조하였다[41].

4.2 AI교육의 문제해결 사고절차

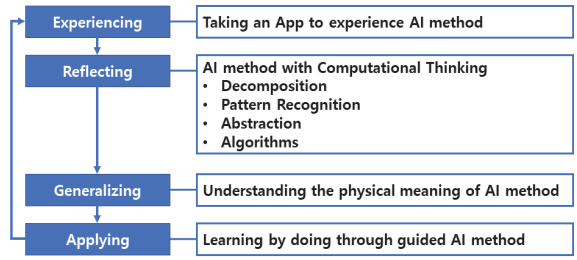
Krishna Rao(2005)는 아래의 <Fig. 4>와 같이 5단계의 AI교육을 위한 문제해결과정을 제시하였다[13]. 이는 인공지능기반의 다양한 문제해결의 아이디어와 신뢰성 있는 예측을 위하여 수행될 수 있는 과정으로 구성되었다. Parts-Whole Analysis는 문제해결에 필요한 부분을 가능한 범위에서 최대한 세분화하여 살펴보고 AI를 활용하여 문제를 해결하기 위하여 모델링을 통해 문제의 전체를 바라보는 과정을 반복하여 알고리즘을 구성하는 단계를 의미한다[13]. Compare and Contrast는 '비교 및 대조'과정으로서 이전 단계에서 문제를 분석하는 과정을 통해 알고리즘을 모델링하여 다른 알고리즘과의 차이점과 유사점을 살펴보고 기존의 문제해결과정과의 특징을

찾아보는 과정을 의미한다[13]. Decision Making의 단계에서는 AI를 활용한 문제해결과정에서 가장 적합한 알고리즘을 선택하는 과정이 수행된다[13]. Casual Explanation 단계에서는 AI의 알고리즘을 활용하여 문제를 해결하는 과정에서 문제와 결과 간의 '인과관계'를 살펴보고 효과성을 검증하도록 한다[13]. Prediction and Generalization 단계에서는 다른 문제 상황에서 AI를 활용한 문제해결과정을 적용하였을 때의 결과 및 과정을 예측하고 문제해결의 알고리즘을 일반화하는 과정을 수행하도록 한다[13].



<Fig. 4> Process of AI Problem-Solving

Shih(2019)는 AI교육을 위한 학습단계를 제시하기 위하여 Piaget의 인지발달이론과 Vygotsky의 지식구성이론 및 Dewey의 경험학습이론을 바탕으로 Kolb에 의해 제시된 4단계 순환경험학습모형을 기반으로 아래의 <Fig 5.>과 같이 프레임워크를 제시하였다[32]. 경험(Experiencing)의 단계에서는 AI기반의 장비 및 소프트웨어를 활용하여 AI 기술을 경험할 수 있는 기회를 제공할 수 있도록 하여 동기를 유발할 수 있는 기회로 활용한다[32]. 특히 별도의 AI장비를 활용하기보다 우리주변에서 쉽게 사용할 수 있는 스마트폰의 어플리케이션을 이용하여 경험할 수 있는 기회를 제공하도록 한다[32]. 반성(Reflecting)의 단계에서는 AI를 활용한 문제해결의 과정을 추론을 수행하기 위하여 Computational Thinking의 4단계를 통해 내재적 의미와 원리를 이해하도록 한다[32]. 일반화(Generalizing)의 단계에서는 다양한 문제상황에서 AI방법을 적용한 문제해결전략을 통해 물리적 의미를 이해하도록 한다[32]. 적용(Applying)의 단계에서는 AI의 내재적 의미와 물리적 의미를 활용하여 실제 AI를 구현할 수 있도록 단계별 수행이 이루어질 수 있도록 한다[32].



<Fig. 5> Kolb's experiential learning circle for AI learning

Guo(2018)은 AI를 교육에서 적용하기 위하여 7단계의 머신러닝기반 학습절차를 제시하였다. 인공지능은 기본적으로 기초데이터를 학습하고 예측과 판단을 할 수 있는 기능을 갖고 있다는 점에서, AI를 적용하고자하는 분야의 데이터를 수집한다[9]. 수집한 데이터를 분류하고 이를 토대로 문제해결 및 예측을 위해 적용할 수 있는 알고리즘을 선택한다[9]. AI의 알고리즘을 학습시키기 위하여 다양한 데이터를 적용하고, 적용된 결과를 평가하여 알고리즘의 효과성을 결정한다[9]. 이를 기반으로 실제의 문제를 해결하고 예측을 하기 위하여 속성을 조정하여 추후의 데이터에 대한 예측이 이루어지도록 하는 과정으로 AI를 적용한 문제해결과정을 구성하였다[9].

<Table 2> Guo(2018)'s seven stages for AI[9]

Gathering Data → Data Preparation → Choosing a model → Training → Evaluation → Parameter tuning → Prediction

4.3 Computational Thinking의 개념과 정의

Computational Thinking은 컴퓨터과학교육의 아버지라고 할 수 있는 시모어 페퍼트(Seymour Papert)에 의해 1980년에 사용이 시작되었다[23]. 2016년에 작고할때까지 약 80년의 인생을 컴퓨터 프로그래밍을 통한 어린이들의 창의성신장교육을 위해 노력을 하였다. Logo 프로그래밍 언어를 활용하여 교육용프로그래밍을 통한 컴

퓨터교육에 관심을 기울였으며, 학습자의 인지발달단계를 토대로 구성주의 기반의 교육철학을 토대로 어린이들의 문제해결력을 길러주기 위한 노력을 기울였다[23]. 특히, 그의 유명한 저서중 하나인 Mindstorm이라는 저서를 통해 아이들의 마음속의 폭풍을 일으킬 수 있는 흥미있는 내용을 통해 자기주도적인 학습을 통한 지식의 구성이 이루어질 수 있도록 하는 교육철학을 기반으로 하였다[23]. 그의 가장 가까운 친구인 Jean Piaget의 철학을 공유하며 Computational Thinking을 통한 문제해결력을 기를 수 있는 교육환경을 제공하기 위한 노력을 기울였다[23]. 이를 토대로 유명한 완구업체인 Lego를 교육환경에 도입하였으며, 이를 토대로 그가 근무한 MIT의 Media Lab에서는 Scratch라는 블록기반 프로그래밍 언어를 개발하여 전세계의 컴퓨터교육의 확산에 중심을 이루고 있다[23].

최근에 가장 널리 사용되고 있는 Computational Thinking에 대한 개념은 Wing(2006)에 의해 정의된 것을 활용하고 있으며, 2011년에 이르러 아래와 같이 개념을 재정립하였다[1][39][40].

> Computational Thinking은 문제 해결을 위한 사고 절차로서 정보처리 절차에 의해 효율적으로 나타내어지는 해결방법을 포함한다.

> Computational thinking is the thought processes involved in formulating problems and their solutions so that the solutions are represented in a form that can be effectively carried out by an information-processing agent.

배영권과 신승기(2017)는 CT의 정의에 댛여 사례를 조사하고 빈도분석을 통해 개념과 정의에 대한 분석을 실시한결과 문제해결방법, 사고과정, 체계적인 방법에 대하여 속성을 나타내고 있음을 설명하였다. 이는 컴퓨터과학의 알고리즘을 활용하여 체계적인 방법을 통해 문제를 해결하는 절차적인 사고과정이라는 것을 의미한다. 이를 토대로 우리나라의 소프트웨어교육에 제시된 정의를 함께 비교하였을 때 절차적인 문제해결의 사고과정에 대한 개념을 포함시켜야함을 주장하였다[1].

4.4 Computational Thinking의 문제해결절차

Computational Thinking의 문제해결과정에 대하여 국가차원에서 제시하고 있는 나라는 미국과 영국이라고 할 수 있다. 미국의 경우 연방정부에서 국가수준의 교육과정 및 세부적인 교수학습모형을 제시하기보다 주정부의 정책적인 결정에 따라 구체적인 내용이 결정되는 특징을 갖고 있다[35]. 이러한 정책 및 문화적인 특징으로 미국의 컴퓨터교육에 대한 표준화된 내용의 제시가 현장에서부터 시작되어 상향식으로 추진되었다[35]. 따라서 미국의 컴퓨터과학교사 연합체인 CSTA(Computer Science Teachers Association)은 소프트웨어교육의 전미차원에서 접근을 하고 미래사회를 대비하기 위한 노력을 기울이기 위하여 아래의 <Table 3>과 같은 Computational Thinking의 사고과정을 제시하고 교수학습과정에 반영하고자 하였다[5]. 이는 우리나라의 소프트웨어교육에 반영된 교수학습모형이기도 하다[18][19][26][34].

<Table 3> Computational Thinking Model from CSTA

Stage	Definition
Data Collection	The process of gathering appropriate information
Data Analysis	Making sense of data, finding patterns, and drawing conclusions
Data Representation	Depicting and organizing data in appropriate graphs, charts, words, or images
Problem Decomposition	Breaking down tasks into smaller, manageable parts
Abstraction	Reducing complexity to define main idea
Algorithms & Procedures	Series of ordered steps taken to solve a problem or achieve some end.
Automation	Having computers or machines do repetitive or tedious tasks.
Simulation	Representation or model of a process. Simulation also involves running experiments using models.
Parallelization	Organize resources to simultaneously carry out tasks to reach a common goal.

영국의 경우에도 컴퓨터교육을 위한 교사 중심의 비영리 단체가 있으며 CAS(Computing At School)를 통해 교수학습과정에대한 연구와 제언이 이루어지고 있다[3][35]. 영국의 경우에는 우리나라와 유사하게 국가수준

의 교육과정을 편성하여 제시하고 있으나, 학년별 핵심 역량에 대해서는 구체적으로 언급을 하고 있지만 교수학습모형에 대해서는 제시하고 있지 않다[35]. 따라서 CAS에서는 아래의 <Table 4>와 같이 Computational Thinking에 대한 모형을 개발하여 소개하고 있다[3][35].

<Table 4> Computational Thinking Model from CAS

Stages	Definitions
Logical Reasoning	Predicting and Analysing
Algorithms	Making steps and rules
Decomposition	Breaking down into parts
Abstraction	Removing unnecessary detail
Patterns and Generalization	Spotting and using similarities
Evaluation	Making judgements

미국과 영국 모두 Wing(2006)의 Computational Thinking에 대한 개념을 근간으로 한다는 점에서 공통점을 갖는다. 특히 Computational Thinking의 핵심 요소 2가지(2As)로 언급하고 있는 추상화(Abstraction)와 자동화(Automation)을 중심 과정으로 제시하고 있으며 문제해결과정에 초점을 두고 있다는 점에서 유사하다고 할 수 있다. 다만, 미국 CSTA의 CT모형에서는 “추상화 → 알고리즘 → 자동화”의 단계로 제시되어 있는 반면, 영국 CAS의 CT모형에서는 “알고리즘 → 추상화 → 자동화”의 단계로 구성되어 있다는 점에서, 추상화와 알고리즘의 단계가 서로 다름을 알 수 있다[3][5][35]. 이는 미국의 경우 문제를 분해하고 해결해야할 문제를 단순화하기 위한 과정으로 추상화 단계를 수행하여, 이에 대한 문제해결의 알고리즘을 찾기 위한 단계이며, 영국의 경우 문제해결의 절차 즉, 알고리즘을 먼저 제시하고 이에 따라 문제를 단순화하여 해결한다는 점에서 차이가 있음을 알 수 있다. 아래의 <Table 5>는 Computational Thinking의 주요 문제해결과정에 대하여 미국과 영국의 모형을 나타낸 것으로 추상화와 알고리즘의 단계가 다르게 나타난 것을 확인할 수 있다.

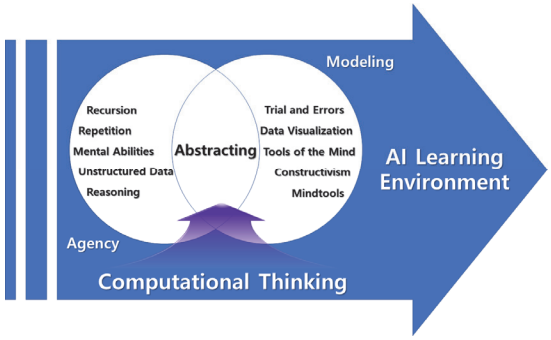
<Table 5> Difference of Process for CT

Country	Process
USA	Abstraction → Algorithm → Automation
UK	Algorithm → Abstraction → Automation

5. CT기반 AI교육 프레임워크 설계

5.1 AI교육을 위한 CT기반 인지적학습환경 구성

최근의 AI교육에 대한 연구를 분석해보면 컴퓨터과학의 울타리 안에서 인공지능을 가르치기 위한 교수학습의 내용과 방법을 제시하고 있으며 Computational Thinking을 토대로 문제해결력을 기를 수 있도록 제시되고 있다. 특히 추상적사고 과정을 기반으로 데이터를 활용하여 문제를 해결할 수 있는 요소들이 도출되고 있다. 아래의 <Fig. 6>은 본 연구를 통해 도출된 인공지능교육을 위한 인지적 학습환경을 구성하기 위한 세부요소와 과정을 절차적으로 구현한 것이다.



<Fig. 6> Framework for Cognitive Process of AI education based on Computational Thinking

Gadanidis(2017)은 인공지능교육, 컴퓨터과학교육, 수학교육에 대한 필수핵심요소를 연구하여 Agency, Modeling, Abstractig을 중심으로 교수학습을 위한 인지적 학습환경이 구성되어야 한다는 결과를 도출하였다. 본 연구에서는 Gadanidis(2017)의 3가지 핵심 요소를 토대로 인지적 절차와 세부요소를 제시하였으며, Silapacote와 Srisuphab(2017)이 제시한 인공지능 기반의 문제해결과정과 Zeng(2013)의 AI교육을 위한 학습전략을 토대로 인지적 학습 환경 구성의 절차와 세부요소를 제시하였다.

Agency(학습보조)의 단계를 통하여 문제해결과정의 비계를 제시할 수 있는 구성주의 관점에서의 인지적 환경을 우선적으로 구성하고자 하였다. 앞서 선행연구를 분석한 결과 데이터를 기반으로 효율적인 알고리즘을 설계하고 문제를 해결하기 위하여 비고츠키와 듀이의 구성주의 관점의 철학적 접근이 이루어진 것을 살펴볼 수 있었다. 컴퓨터과학교육의 아버지라고 할 수 있는 Papert의 교육철학을 살펴보면 학생들이 흥미있어하는 도구를 토대로 문제해결에 필요한 지식을 스스로 구성할 수 있도록 교육환경을 구성해야 한다고 제시한 내용과 일치한다. 따라서 정서적인 역량을 기르고 추론능력을 향상시키기 위한 과정의 안내가 필요하며 이는 비정형화된 데이터를 기반으로 재귀과정을 반복함으로써 길러질 수 있음을 살펴볼 수 있다.

AI교육을 위한 최종의 단계는 효율적인 알고리즘을 선택하기 위한 인지구조의 Modeling단계라고 할 수 있다. 모델링 단계에서는 문제해결의 아이디어를 인지적으로 구현하는 단계라고 할 수 있으며, 적절한 알고리즘을 선택하기 위한 정서적인 도구를 활용하는 관점에서 다양한 시행착오(Trials and Errors)의 과정을 통해 데이터 추상화의 인지적 구체화 단계라고 할 수 있다. 이는 데이터기반의 사전지식과 사례를 기반으로 문제해결을 위한 데이터의 시각화와 모델링의 단계로 이어지며 AI교육을 위한 인지적 학습환경 구성의 결과로서의 과정으로 구성되었다.

이와같이 학습환경의 구성과 알고리즘 선택의 단계로 연결되는 과정을 통해 인공지능교육을 위한 인지적 학습환경을 구성할 수 있으며, 전이되는 과정에서 Computational Thinking의 추상적사고를 통해 문제해결의 알고리즘을 구성하는 절차가 완성된다고 할 수 있다. 이는 Computational Thinking의 핵심 과정이 추상화와 자동화의 단계라는 관점에서 모델링을 통한 인공지능의 알고리즘을 선택하는 단계를 자동화라고 한다면 인지적인 절차와 추론과정을 추상화 단계라고 할 수 있으며, 데이터 기반의 학습환경 구성을 근간으로 절차가 수행된다는 점에서 Agency와 Modeling의 연결과정으로서의 핵심과정이라고 할 수 있다.

5.2 CT기반의 AI학습을 위한 절차 및 모형

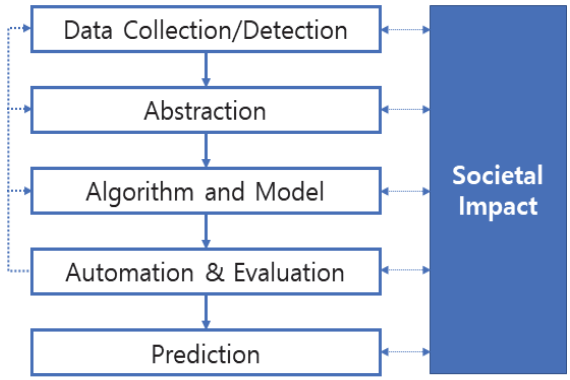
AI교육은 추상화과정을 핵심단계로 제시해야한다는 관점과 컴퓨터과학교육의 주요 영역이라는 점에서 Computational Thinking을 근간으로 구성되어야 한다는 연구가 진행되고 있다[6][32][36][41]. 본 연구에서 살펴본 AI교육을 위한 문제해결과정의 절차와 사례에 대하여 Computational Thinking에서 제시하는 문제해결의 모델을 토대로 분석하여 <Table 6>과 같이 제시하였다. AI교육에 대해서 가치를 두고 있는 부분에 따라서 제시된 모형의 특징이 다르게 나타나는 것을 확인할 수 있지만, 대체로 Computational Thinking의 사고과정과 대체로 일치하는 것을 알 수 있다. 또한 Computational Thinking

<Table 6> The Framework for AI Learning Model through Computational Thinking

Computational Thinking Model	Artificial Intelligence Learning Model			
	Rao(2005)	Shih(2019)		Guo(2018)
Data Collection				Gathering Data
Data Analysis		Experiencing		Data Preparation
Data Representation		Reflecting	Pattern Recognition	
Problem Decomposition	Parts-Whole Analysis		Decomposition	
Abstraction	Compare and Contrast		Abstraction	Choosing a model
Algorithms & Procedures	Decision Making		Algorithms	
Automation	Casual Explanation	Generalizing		Training
Simulation				Evaluation
				Parameter tuning
Parallelization	Prediction and Generalization	Applying		Prediction

의 사고과정에 대한 미국과 영국의 관점이 추상화과정과 알고리즘을 제시하는 단계가 서로 다르다는 특징이 있었으나, 본 연구를 통해 나타난 AI교육의 모형에서는 모두 추상화에서 알고리즘으로 이어지는 순서로 나타났음을 알 수 있다. 본 연구를 통해 살펴본 AI교육의 모형의 공통점을 분석한 결과, 자료수집과 분석의 단계는 연구자의 관점에 따라 포함이 되지 않는 경우도 나타났다. 이는 인공지능의 특징과 범위를 부여하는 내용에 따라 다름을 알 수 있다. 인공지능을 위한 데이터의 학습과정을 크게 3가지인 지도학습, 비지도학습, 강화학습으로 나눈다는 점에서[14] 지도학습에 초점을 두고 있을 경우 데이터의 분석에 특정한 관점을 부여해야하지만 그렇지 않을 경우에는 데이터 자체에 대한 연구자의 의도가 포함되지 않는다는 점에서 차이를 보인다고 할 수 있다. 연구자들이 제시한 내용을 살펴보면 추상화, 알고리즘, 자동화, 시뮬레이션, 일반화 과정에 대하여 사고과정을 모두 포함하고 있음을 살펴볼 수 있으며 이는 인공지능교육이 추상화과정을 토대로 알고리즘을 적용하여 문제를 해결하는 과정이라는 것을 증명하는 부분이기도 하다. 그러나 이러한 과정은 빅데이터를 활용할 수 있다는 가정을 토대로 추상화과정을 토대로 학습의 과정이 진행된다는 점에서 데이터 수집 혹은 데이터 발견의 과정이 전제가 되어야 한다는 특징을 이해해야 한다. 또한 AI4K12에서 제시한 내용과 같이 인공지능은 우리의 일상생활에 밀접한 연관성을 갖고있다는 점에서 사회에 미치는 영향을 모든 단계에서 고민해야 한다는 점을 유념해야 한다. 아울러 모형을 적용하는 단계에서 알고리즘의 정확성과 문제해결과정에서의 목적을 달성할 수 있도록 적용하는 과정에서 평가를 통해 일반화가 필요하다는 점에서 자동화의 단계에서 평가과정이 적용되어야 하며, 알고리즘에 대한 반성이 필요하다. 인공지능은 일반화를 위하여 다른 문제상황에 적용하여 효과성을 살펴보는 과정에서 '예측'이라는 고유의 특징을 반영하기 위하여 일반화 가정에서는 예측의 과정이 수행될 수 있도록 해야 한다. 이와 같은 내용을 토대로 AI교육을 위한 문제해결과정을 분석하면 다음 <Fig. 7>과 같이 정리할 수 있다.

<Fig. 7>은 본 연구를 통해 제시한 CT기반의 AI교육을 위한 인지적학습환경설계 및 프레임워크 설계과정에서 도출된 AI교육의 교수학습 모델로서, 컴퓨터과학교육을 위한 관점에서 Computational Thinking기반의 인공지능교육을 실시하기 위한 교수학습의 과정을 나타낸다는 점에서 의미를 갖는다. 이는 기존의 AI교수학습모형에서 제시된 내용들을 분석하고, AI4K12에서 제시하는 핵심요소와 교육철학적인 배경을 공유한다는점에서 특징을 갖고 있다. Rao(2005)는 AI교육 모형에서 비지도학습과 강화학습의 관점으로 데이터를 선택하고 발견하는 과정이 누락되어 있으나, 본 연구에서 제시하는 AI교수학습모형은 지도학습의 개념을 포함한다는 관점에서 데이터를 구성하는 내용이 포함되었다는 특징이 있다. 아울러, AI의 개념이 확립되기 시작한 1956년부터 지금까지의 인공지능에 대한 내용과 정의를 살펴보았을 때 포함되어 있는 추상화(Abstraction)의 개념을 중심으로 AI의 알고리즘을 학습하고 활용할 수 있도록 구성되었다. 이는 AI4K12에서 공유하고 있는 Computational Thinking기반의 AI교육을 위한 기저철학을 공유하고 있다는 특징을 함께 내포하며 기존의 컴퓨터과학교육을 위한 프레임워크의 범위에서 창의성과 문제해결력을 신장시키는 과정의 일환으로 함께 포함되었다는 공통점을 갖는다.



<Fig. 7> AI Learning Instructional Model

6. 결론 및 제언

2019년은 AI교육정책이 발표된 원년으로서 컴퓨터교육을 통한 미래사회의 인재를 길러낼 수 있는 의미있는 내용을 추진할 수 있도록 마련된 중요한 시기라고 할 수 있다. 그러나 인공지능은 새로운 개념이 아니라 컴퓨터의 시작과 함께한다고 할 수 있다. 컴퓨터가 Computing을 할 수 있는 자동화된 장치인 전자계산기

로서의 의미를 갖는다는 점에서 멀리는 1642년의 파스칼의 기계식계산기로부터 원리가 시작되었다고 할 수 있으며[7], 가깝게는 1956년의 인공지능이라는 용어(Artificial Intelligence)가 처음 사용된 다트머스대학의 존 맥카티(John McCarthy) 교수가 주최한 다트머스 컨퍼런스(Dartmouth Conference)라고 할 수 있다[17].

인공지능에 대한 이론적 접근과는 달리 인공지능이라는 용어가 시작되던 시기인 1950년대에는 빅데이터와 초고속통신망과 같은 기술적 지원이 미비하여 이를 구체화하는데 어려움이 있었으나, 최근의 컴퓨터공학 및 정보통신기술의 발전으로 기계학습을 통한 정보의 구조화가 가능하게 됨에 따라 2010년대에 들어 새로운 전성기가 찾아오게 되었다[33].

따라서 인공지능 분야는 컴퓨터과학의 여러 가지 분야 중 하나로서 역사와 흐름을 같이한다는 점을 생각해본다면, 컴퓨터교육의 내용적 접근에 대해서도 컴퓨터과학이라는 커다란 울타리 안에서 알고리즘, 프로그래밍, 문제해결력 등과 궤를 같이 해야한다는 것을 추론할 수 있다. 이는 AI교육에 대한 교수학습방법에 대한 최근의 연구내용을 살펴보면, 컴퓨터과학의 Computational Thinking을 기반으로 교수학습이 이루어져야 한다는 연구결과를 통해 이를 뒷받침 할 수 있다. 또한 컴퓨터과학에서 문제를 해결하기 위한 사고과정의 가장 중요한 요소인 추상화(Abstraction)를 기반으로 인공지능기반의 문제해결력을 기르기 위한 내용이 구성되어야 한다는 것을 알 수 있다. 이는 최근의 컴퓨터교육 분야에서 전세계적으로 나타나는 흐름인 프로그래밍을 활용한 소프트웨어교육이 추구하는 방향과 다르지 않으며, 문제해결과정에서 인공지능의 알고리즘을 활용하고 사고과정을 적용하는 내용을 통해 AI교육이 이루어질 수 있음을 의미한다.

본 연구에서는 Computational Thinking을 토대로 AI교육을 위한 교수학습의 프레임워크를 구성하고자 하였으며 이를 위한 인지적 학습환경 구성의 과정을 함께 제시하였다. 이를 위해 CSTA에서 제시한 Computational Thinking 모형을 근간으로 AI교육에 대한 선행연구분석을 통한 다양한 학습모형을 분석하여 공통점과 차이점에 대한 사례연구를 실시하였다. 연구의 결과를 토대로 데이터수집 및 발견의 단계에서 추상화 과정을 통해 알고리즘과 모형을 선택하는 학습모형을 제시하였고 이를 자동화하여 평가하는 단계를 기반으로 문제해결 및 예측하는 과정을 수행함으로써 인공지능을 활용한 문제해결력을 기를 수 있는 Computational Thinking 기반 AI의 교수학습모형을 제시하였다.

인공지능교육에 대한 인지적 학습환경과 관련된 연구를 분석한 결과 Computational Thinking을 기반으로 AI교육이 추진되어야 한다는 선행연구의 사례 연구결과를 도출할 수 있었으며, 핵심 사고과정 중 하나인 추상화(Abstraction)의 단계를 수행해야 한다는 것을 추론할 수 있었다. 본 연구에서는 Agency(학습보조)에서 Modeling(인지적 구조화)의 단계로의 전이단계에서 Computational Thinking에서 제시되는 Abstracting(추상화) 과정을 수행하도록 인지적 학습환경 구성의 단계를 제시하였다. 아울러, AI교육을 위한 핵심 요소 도출을 위한 사례연구를 통해 Agency(학습보조)의 단계에서는 비정형데이터를 활용한 재귀 프로그래밍을 통해 반복적인 문제를 수행할 수 있도록 요소가 제시되었으며, 특히 일상생활 속의 문제를 발견하고 해결의 아이디어를 제시할 수 있는 추론과정을 통해 정서적인 역량(Mental Ability)을 기를 수 있도록 하였다. Modeling(인지적 구조화) 단계에서는 사전지식과 사례를 기반으로 문제해결의 아이디어를 구성하기 위하여 다양한 시행착오과정을 통해 정서적 도구의 관점으로 접근하여 데이터를 시각화하기 위한 모델링의 단계를 수행할 수 있도록 제시하였다.

본 연구에서 제시한 AI교육의 프레임워크와 인지적 학습환경 구성의 절차는 컴퓨터교육의 주요 문제해결과정인 Computational Thinking을 근간으로 제시되었다는 점에서 특징을 갖고 있다고 할 수 있다. 인공지능에 대한 연구가 새로운 내용과 영역으로 화두가 된 것이 아니므로 기존의 컴퓨터과학과의 연계성을 고려하여 교수학습을 위한 요소가 고려되어야 한다는 점을 본 연구의 목적으로 제시하였으며, 선행연구를 통해 이와같은 관점의 근거를 살펴볼 수 있었다. 과거 인공지능에 대한 기술적인 연구가 60년 이상 지속되었으나 최근에 이르러서야 기계학습과 딥러닝을 기반으로 일상생활에서 활용이 가능한 수준으로 구현되어 적용되고 있다. 이러한 시점에서 인공지능에 대한 교육 및 인공지능을 활용한 교육은 미래사회를 준비하기 위해 대단히 중요하다고 할 수 있다. 본 연구를 통해 제시된 프레임워크와 인지적 학습환경의 구성 절차를 토대로 창의적 AI인재 양성에 기여할 수 있기를 기대한다.

참고문헌

[1] Bae, Y. and Shin, S. (2017). The Study and Analysis of the Implications for the Software Education through Case Studies of Applications in the World of Computational Thinking. *The Korean Association of Information Education Research Journal, Vol. 9* No. 2, pp. 143-155.

[2] Borowiec, S. (2016). AlphaGo seals 4-1 victory over Go grandmaster Lee Sedol. Retrieved from https://www.theguardian.com/technology/2016/mar/15/googles-alphago-seals-4-1-victory-over-grandmaster-lee-sedol

[3] CAS (2014). Computational Thinking. Retrieved from https://community.computingatschool.org.uk/files/8221/original.pdf

[4] Chartrand, G., Cheng, P. M., Vorontsov, E., Drozdzal, M., Turcotte, S., Pal, C. J., ... & Tang, A. (2017). Deep learning: a primer for radiologists. *Radiographics, 37*(7), 2113-2131.

[5] Computer Science Teachers Association (CSTA) and the International Society for Technology in Education (ISTE) (2011). Computational Thinking Teacher Resources. Second Edition. Retrieved from https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/472.11CTTeacherResources_2ed.pdf

[6] Gadanidis, G. (2017). Artificial intelligence, computational thinking, and mathematics education. *The International Journal of Information and Learning Technology, 34*(2), 133-139.

[7] Goldstine, H. H. (1993). *The computer from Pascal to von Neumann*. Princeton University Press.

[8] Greenemeier, L. (2017). 20 Years after Deep Blue: How AI Has Advanced Since Conquering Chess. Retreived from https://www.scientificamerican.com/article/20-years-after-deep-blue-how-ai-has-advanced-since-conquering-chess/

[9] Guo, Y. (2017). The 7 Steps of Machine Learning. Retrieved from https://www.slideshare.net/Codemotion/yufeng-guo-coding-the-7-steps-of-machine-learning-codemotion-madrid-2018

[10] Jang, J. (2019). Ministry of Education fosters 5,000 AI teachers. Opened Graduate School of Artificial Intelligence. Retrived from http://www.edu-press.kr/news/articleView.html?idxno=4452

[11] Joh, J. (2019). A Study on the Improvement Direction of Education in the 4th Industrial Revolution Period: Focus on Humanity Education and Artificial Intelligence. *The Journal of Saramdaum Education Vol. 13*, No. 2, pp. 75-89.

[12] Kim, S., Bang, J., and Kwon, H. (2018). *A Discussion on the Planning of National Digital Transformation in the Education Sector Vol. 45* No. 4. pp. 173-200.

[13] Krishna Rao, M. R. K. (2005, June). Infusing critical thinking skills into content of AI course. *In ACM SIGCSE Bulletin* (Vol. 37, No. 3, pp. 173-177). ACM.

[14] Lison, P. (2015). An introduction to machine learning. *Language Technology Group (LTG), 1*, 35.

[15] Markoff, J. (2011). Computer Wins on 'Jeopardy!': Trivial, It's Not. Retrieved from https://www.nytimes.com/2011/02/17/science/17jeopardy-watson.html

[16] McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *AI magazine, 27*(4), 12-12.

[17] McCorduck, P., Minsky, M., Selfridge, O. G., & Simon, H. A. (1977, August). History of Artificial Intelligence. *In IJCAI* (pp. 951-954).

[18] Ministry of Education, Korea (2015). *Informatics Curriculum*. #2015-74 (Annex 10).

[19] Ministry of Education, Korea (2015). *Software Education Instructional Guidance*.

[20] Ministry of Education, Korea (November 7, 2019). *The plan to foster the AI teachers.* [Press release].

[21] Ministry of Science and ICT, Korea (March 20, 2019). *2019 Software Education Leadning School*. [Press release].

[22] Oldridge, M. (2017). Is it about coding? No. It's about computational thinking. Retrieved from https://medium.com/@MatthewOldridge/is-it-about-coding-no-its-about-computational-thinking-fe0ba30add61

[23] Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.

[24] Park, J. and Shin, N. (2017). Students' perceptions of Artificial Intelligence Technology and Artificial Intelligence Teachers. *The Journal of Korean Teacher Education, Vol. 34* No. 2, pp. 169-192.

[25] Park, J., Kim, Y., Kim, M., and Lim, K. (2019). Analysis and Development Direction of Education Content onAI speakers Based on Gagné's Instructional Theory: Focused on Amazon Alexa Skills. *Journal of Knowledge Information Technology and Systems, Vol. 14* No. 4, pp. 345-358.

[26] Park, P. and Shin, S. (2019), A Study on the Instructional System and Curriculum Design to Evolve the Software Education in Elementary School. *Journal of The Korean Association of Information Education Vol. 23*, No. 3, pp. 273-282.

[27] Pranam, A. (2019). Why The Retirement Of Lee Se-Dol, Former 'Go' Champion, Is A Sign Of Things To Come. Retrieved from https://www.forbes.com/sites/aswinpranam/2019/11/29/why-the-retirement-of-lee-se-dol-former-go-champion-is-a-sign-of-things-to-come/#1f7d82173887

[28] Qin, Z. (2019). *Beginning of AI and SW Education, Preparing for the Age of AI-Focusing on the development and distribution of AI textbooks in China*. Global SW Education Conference.

[29] Quantib (2019). The ultimate guide to AI in radiology. Retrieved from https://www.quantib.com/the-ultimate-guide-to-ai-in-radiology

[30] Ree, S. and Koh, Y. (2017). The Aims of Education in the Era of AI. *Journal for History of Mathematics Vol. 30* No. 6. pp. 341-351.

[31] Ryu, M. and Han, S. (2018). The Educational Perception on Artificial Intelligence by Elementary School Teachers. *Journal of The Korean Association of Information Education Vol. 22*, No. 3, pp. 317-324.

[32] Shih, W. C. (2019, July). Integrating Computational Thinking into the Process of Learning Artificial Intelligence. *In Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education and Multimedia Technology* (pp. 364-368). ACM.

[33] Shin, G. (2015). The Big Data World, Principles and Uses. KOCW. Retrieved from http://www.kocw.net/home/cview.do?mty=p&kemId=1132874

[34] Shin, S. and Bae, Y. (2015). A Study on the Hierarchical Instructional System Design of Software Education by School System. *Journal of The Korean Association of Information Education Vol. 19*, No. 4, pp. 533-544.

[35] Shin, S., Bae, Y. (2018). The Concept of Computational Thinking through Analysis of Computer Education Framework in the United States and its Implications for the Curriculum of Software Education. *Journal of The Korean Association of Information Education. Vol 22*, No. 2. pp. 252-262.

[36] Silapachote, P., & Srisuphab, A. (2017). Engineering Courses on Computational Thinking Through Solving Problems in Artificial Intelligence. *International Journal of Engineering Pedagogy, 7*(3), 34-49.

[37] Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). *Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI*.

[38] Touretzky, D., Martin, F., Seehorn, D., Breazeal, C., & Posner, T. (2019, February). Special Session: AI for K-12 Guidelines Initiative. *In Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 492-493). ACM.

[39] Wing, J. (2006). *Computational thinking. Communications of the ACM, 49*(3), 33-35.

[40] Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why? The Link Magazine, Spring. Carnegie Mellon University, Pittsburgh.

Retrieved from http://link.cs.cmu.edu/article.php?a=600

[41] Zeng, D. (2013). From computational thinking to ai thinking. *IEEE Intelligent Systems, (6)*, 2-4.

저자소개

신 승 기(Seungki Shin)

2017년 Career and Information Studies, University of Georgia, Ph.D.

2016년~2017년 미국 칼빈슨 정부 연구소 연구원

2019년~현재 애리조나주립대학교 컴퓨터교육전공 교수

관심분야 : Computer Science Education, Computational Thinking

E-mail : innocreate@asu.edu