

Anderson의 교육목표분류법에 근거한 인공지능 기초 교과서 학습 목표 분석

윤 숙 영¹ · 김 태 완¹ · 최 현 종^{2*}

¹한국교원대학교 컴퓨터교육과 석사과정

^{2*}한국교원대학교 컴퓨터교육과 부교수

Analysis of Learning Objectives in AI Basic Textbooks Based on Anderson's Taxonomy of Educational Objectives

Sook-Young Yoon¹ · Tae-Wan Kim¹ · Hyun-Jong Choe^{2*}

¹Master's Course, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education, Chungcheongbuk-do, Korea

^{2*}Associate Professor, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education, Chungcheongbuk-do, Korea

[요 약]

본 연구는 2021년 9월부터 고등학교에서 활용될 인공지능 기초 교과서의 학습 목표를 Anderson의 교육목표분류법에 근거하여 분석하였다. 전체 7종의 디지털 교과서에서 추출한 301개의 학습 목표를 분석한 결과는 다음과 같다. 첫째, 교과서별 학습 목표 분석 결과 모든 교과서에서 '개념적 지식'과 '이해하다'에 해당하는 학습 목표 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 둘째, 교육과정 영역별 학습 목표 분석 결과 지식 차원에서는 영역별로 상이한 비중을 보였으나, 인지 과정 차원에서는 각 영역 학습 목표 절반 이상이 '이해하다'에 해당하는 학습 목표로 제시된 것을 확인하였다. 이러한 분석 결과를 바탕으로, 학생들이 인공지능을 활용하여 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 역량을 함양할 수 있도록 인공지능 기초 교과서의 학습 목표를 다양한 지식 유형과 상위 수준의 인지 과정을 포함하여 진술할 것을 제안하였다.

[Abstract]

This study analyzed learning objectives of AI basic textbooks to be used in high school since September 2021 based on Anderson's taxonomy. The results of analyzing 301 learning objectives extracted from 7 digital textbooks are as follows. First, as a result of the analysis by textbooks, it was found that the proportion of learning objectives corresponding to 'conceptual knowledge' and 'understanding' was the highest in all textbooks. Secondly, as a result of the analysis by curriculum domain, each domain showed a different ratio of the knowledge dimension. However, it was confirmed that more than half of learning objectives in each domain were corresponding to 'understanding' of the cognitive process dimension. Based on the results of these analyses, improvement of learning objectives in AI basic subject to include various knowledge categories and higher level cognitive processes is proposed so that students would develop the ability to solve problems creatively using artificial intelligence.

색인어 : 교과서 분석, 앤더슨 교육목표분류법, 인공지능 교육, 인공지능 교육과정, 인공지능 기초 교과서

Keyword : AI Basic textbook, AI Curriculum, AI Education, Anderson's Taxonomy, Textbook Analysis

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.10.1597>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 31 August 2021; **Revised** 23 September 2021

Accepted 23 September 2021

***Corresponding Author; Hyun-Jong Choe**

Tel: +82-43-230-3778

E-mail: chj@knue.ac.kr

I. 서론

제4차 산업혁명의 시대를 맞이하며 인공지능(AI; Artificial Intelligence) 기술이 사회와 산업 전반에 걸쳐 활용되고 있다. 이에 정부(2019)는 『인공지능(AI) 국가전략』을 발표하여 산업 전반의 AI 활용을 전면화하고, 모든 직군에 걸친 AI 교육을 실시하여 AI 인재를 양성할 것임을 밝혔다[1]. 이듬해 교육부(2020)가 『정보교육 종합계획(안)』을 통해 AI 기술에 기반을 둔 지능정보사회에서는 산업시대의 3R's(읽기, 쓰기, 셈하기)에 더하여 컴퓨팅 능력이 기본 역량으로 포함되어야 함을 발표하며 다시금 AI 교육의 필요성을 강조하였다.

정보교육 종합계획에 따르면 체계적인 정보·AI 역량을 기를 수 있도록 초-중-고에 걸친 정보 교육과정을 강화하고, 학생의 진로·진학 설계에 따른 심화 학습이 가능하도록 다양한 인공지능 관련 과목을 운영해야 한다. 현재 각 시도교육청은 인공지능과 미래사회(서울), 정보 과제 탐구(광주), 데이터 과학(대구), 사물 인터넷(부산), 인공지능과 피지컬 컴퓨팅(인천) 등과 같은 학교장 신설 선택 과목을 창안하여 시행하고 있다[2]. 한편 2021년 9월에는 고등학교 보통교과 진로 선택 과목으로 신설된 ‘인공지능 기초’와 ‘인공지능 수학’이 학교 현장에 도입된다. 『초·중등학교 교육과정 및 특수교육 교육과정 일부 개정(안)』에 근거하여 ‘인공지능 기초’는 ‘기술·가정’ 교과군의 진로 선택 과목으로, ‘인공지능 수학’은 ‘수학’ 교과군의 진로 선택 과목으로 편제되었다[3]. 그 중 ‘인공지능 기초’ 교과 수업에 활용될 교과서는 최종적으로 7종이 제주특별자치도교육청 인정 승인을 받았다[4].

교사에게 학습 목표는 교수·학습 방법을 설계하는 기준이며, 학생에게 학습 활동의 목적과 내용을 안내하는 방법이다. 또한 학습 목표는 수업 과정과 이후에 학생의 학업 성취도를 평가하여 교수·학습의 효과를 측정하는 준거가 된다. 따라서 학습 목표는 명확하고 적절하게 진술되어야 한다. 특히 인공지능 기초와 같이 교사가 기존에 축적된 교수·학습 자료나 경험이 없는 수업을 설계할 때, 교과서에 진술된 학습 목표는 수업 설계의 방향을 제시해주는 중요한 역할을 한다.

본 연구에서는 인공지능 기초 교과서 7종의 디지털 저작물(웹 전시 및 pdf 파일)에서 추출한 학습 목표를 Anderson의 교육목표분류법에 근거하여 분석하였다. 연구의 2장에서는 이론적 배경 및 관련 연구를 확인하고, 3장에서는 인공지능 기초 교과서의 학습 목표 분석을 위한 연구 방법과 절차를 소개하였다. 이를 바탕으로 4장에서는 학습 목표를 교과서별, 영역별로 분석한 결과를 제시하였다. 분석 결과를 바탕으로 5장에서는 인공지능 기초 교과서에 진술된 학습 목표의 동향과 특이점을 진단하고 개선점을 제안하였다. 이를 통해 인공지능 기초 교과의 학습 목표가 교수·학습 및 평가의 기준으로서 효과적으로 활용될 수 있게 하고, 나아가 2022 개정 교육과정에서의 인공지능 교육을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

II. 이론적 배경

2-1 인공지능 기초 교육과정

인공지능 기초 교과서 7종은 모두 4개의 대단원으로 구성되어 있다. 각 단원은 인공지능 기초 교육과정에 제시된 네 가지 영역인 ‘인공지능의 이해’, ‘인공지능의 원리와 활용’, ‘데이터와 기계학습’, ‘인공지능의 사회적 영향’으로 구분돼 전개되고 있다.

인공지능 기초 교육과정에 따르면 각 영역에서 포함하는 내용은 다음과 같다[5]. 첫째, ‘인공지능의 이해’ 영역은 인공지능 기술 발전에 따른 사회 변화와 진로 및 직업의 변화를 탐색하도록 구성되었다. 둘째, ‘인공지능의 원리와 활용’은 인간의 지능적인 사고와 행위를 구현하기 위한 다양한 인공지능 접근 방법을 탐색하고, 관련 인공지능 기술의 한계와 발전 방향 등을 논의하기 위한 영역이다. 셋째, ‘데이터와 기계학습’ 영역은 데이터를 속성 관점에서 생각하고, 기계학습 모델 중 분류 모델을 활용하여 다양한 문제를 해결하며 성능을 평가해보도록 구성되었다. 넷째, ‘인공지능의 사회적 영향’은 인공지능의 사회적 가치와 영향력을 인식하고 새롭게 고려해야 할 윤리적 쟁점에 대한 사회적 논의 과정의 필요성을 이해하기 위한 영역이다. 각 영역에 포함된 핵심 개념과 내용 요소는 Table 1과 같다.

표 1. 인공지능 기초 교육과정

Table 1. National curriculum of AI Basic

Domain	Core concept	Content element
Understanding of Artificial Intelligence	Artificial intelligence and the society	· Concept and characteristics of artificial intelligence · Advancement of artificial intelligence technology and social change
	Artificial intelligence and the agent	· Concept and role of intelligent agent
The Principle and Application of Artificial Intelligence	Perception	· Sensor and perception · Computer vision · Speech recognition and language understanding
	Searching and reasoning	· Problem solving and searching · Expression and reasoning
	Learning	· Concept and application of machine learning · Concept and application of deep learning
Data and Machine Learning	Data	· Data attribute · Structured data and unstructured data
	Machine learning model	· Classification model · Implementation of machine learning model
Social Impact of Artificial Intelligence	Impact of artificial intelligence	· Solving of Social problem · Data bias
	Ethical consideration	· Ethical dilemma · Social responsibility and fairness

2-2 교육목표분류법

학습 목표를 진술하기 위한 체계적인 방법 중 한 가지는 ‘교육목표분류법’을 활용하는 것이다. 교육목표분류법은 교육 목표에 대한 분명한 정의와 목표를 구체적으로 구분하여 진술할 수 있도록 세분화함으로써 학생들의 성취도를 일정한 기준에 따라 분류하여 명확한 의미로 진술할 수 있도록 한다[6]. 교육목표분류법은 수업목표를 분석하는 기준으로도 사용된다. 학생들이 도달하기를 기대하는 수준에 관한 정보를 구체적으로 알 수 있게 하고 학생 수준 및 수업 환경에 따른 교수·학습 내용과 방법을 조절하도록 돕는다[7].

교육목표분류법에 관한 초기 연구로는 Bloom(1956), Gagne(1965), Merrill(1983), Anderson(2001)의 연구가 있다. 그 중 Bloom(1956)은 인지적 영역을 지식, 이해, 적용, 분석, 종합, 평가의 하위 영역으로 구분하였다. 이 여섯 가지의 영역은 지식에서 평가의 영역으로 갈수록 정신적 조작의 복잡성이 증가하며, 후자의 영역이 전자의 영역을 포함하는 계열성을 지닌다[8]. 이렇게 수준별 분류 체계를 지닌 Bloom의 분류법은 단계별로 교육목표를 설계 및 제시할 수 있게 한다. 그러나 Bloom의 교육목표분류법은 인지적 영역의 구분이 모호하고, 구인 타당도에 대한 입증이 미미하며, 학습자의 사전 지식에 따라 영역이 변화한다는 문제점이 드러났다[9].

Bloom의 교육목표분류법이 가진 문제를 해결하기 위해 Lorin W. Anderson & David R. Krathwohl은 개정된 교육목표분류법을 제시하였다. 이는 Anderson의 교육목표분류법 또는 Bloom의 신교육목표분류법으로 명명된다. Anderson의 교육목표분류법에 따르면 교육목표는 Table 2와 같이 ‘지식(Knowledge)’과 ‘인지 과정(Cognitive process)’의 2차원으로 고려되어야 한다[10]. 지식 차원은 교육목표에서 목적어에 해당하는 것으로, 지식 차원의 영역은 구체적인 것부터 추상적인 것까지 연속선상에 놓인다[11]. 지식 차원의 영역은 ‘사실적 지식’, ‘개념적 지식’, ‘절차적 지식’, ‘메타인지 지식’ 네 가지이며, 각 영역과 그 하위 유형은 Table 3과 같다.

인지 과정 차원은 명사로 표현된 Bloom의 인지적 영역을 변형하여 동사 형태로 표현한 것이다. Bloom의 분류와 비교하였을 때 첫째, ‘지식’ 영역에 대응하여 ‘지식’의 불분명한 범위를 회상의 의미를 지닌 ‘기억하다’로 명칭을 변경함으로써 명확히 범위를 설정하였다. 둘째, ‘이해’, ‘적용’, ‘분석’ 영역을 각각 ‘이해하다’, ‘적용하다’, ‘분석하다’로 하고 하위 유형을 구체화하였다. 셋째, ‘종합’, ‘평가’ 영역을 각각 ‘창안하다’, ‘평가하다’로 개칭하고 두 영역 간 순서를 변경하여 인지적 사고 과정 수준을 재배치하였다[6]. Anderson의 인지 과정 유형은 동사형으로 표현되어 교육목표에 진술되는 서술어와 직접적으로 연관 지을 수 있으며, 영역 자체에 초점을 둔 Bloom의 분류법과 비교하여 19개의 하위 유형을 보다 강조하였다[12]. 인지 과정 차원과 그 하위 유형은 Table 4와 같다.

Anderson의 교육목표분류법은 교과서의 정성적 분석 방

법으로써 현재 여러 교과서의 연구에 활용되고 있다[13]. 특히 Anderson의 교육목표분류법은 정보 교과서의 특성을 반영할 수 있어 정보 교과 학습 목표 진술에 더욱 효과적이라는 연구 결과가 있다[14].

표 2. Anderson의 교육목표분류표

Table 2. Anderson's taxonomy of educational objectives

The knowledge dimension	The cognitive process dimension					
	1. Remember	2. Understanding	3. Apply	4. Analyze	5. Evaluate	6. Create
A. Factual knowledge						
B. Conceptual knowledge						
C. Procedural knowledge						
D. Metacognitive knowledge						

표 3. 지식 차원과 하위 유형[10]

Table 3. The knowledge dimension and subtypes

The knowledge dimension	Subtypes of knowledge
A. Factual knowledge	AA. Knowledge of terminology AB. Knowledge of specific details and elements
B. Conceptual knowledge	BA. Knowledge of classifications and categories BB. Knowledge of principles and generalizations BC. Knowledge of theories, models, and structures
C. Procedural knowledge	CA. Knowledge of subject-specific skills and algorithms CB. Knowledge of subject-specific techniques and methods CC. Knowledge of criteria for determining when to use appropriate procedures
D. Meta-cognitive knowledge	DA. Strategic knowledge DB. Knowledge about cognitive tasks, including appropriate contextual and conditional knowledge DC. Self-knowledge

표 4. 인지 과정 차원과 하위 유형[12]

Table 4. The cognitive process dimension and subtypes

The cognitive process dimension	Subtypes of cognitive process
1.0 Remember	1.1 Recognizing 1.2 Recalling
2.0 Understand	2.1 Interpreting 2.2 Exemplifying 2.3 Classifying 2.4 Summarizing 2.5 Inferring 2.6 Comparing 2.7 Explaining
3.0 Apply	3.1 Executing 3.2 Implementing
4.0 Analyze	4.1 Differentiating 4.2 Organizing 4.3 Attributing
5.0 Evaluate	5.1 Checking 5.2 Critiquing
6.0 Create	6.1 Generating 6.2 Planning 6.3 Producing

2-3 학습 목표 분석 선행 연구

Anderson의 교육목표분류법을 활용한 연구는 크게 교육 과정 성취기준, 교과서 학습 목표, 평가 문항 관련 연구로 구분할 수 있다. 세 분야의 연구 중 본 연구와 가장 관련이 깊은 교과서 학습 목표 분석에 관한 선행 연구를 먼저 분석한 후, 나머지 두 분야의 관련 연구를 살펴보고자 한다.

현재 인공지능 기초 교과서의 학습 목표를 분석한 연구 결과는 아직 발표되지 않았다. 그러나 인공지능은 컴퓨터 과학의 한 분야이며, ‘인공지능 기초’ 교과는 중학교 공통 과정인 ‘정보’의 내용 체계와 교육 과정상 연계성을 가진다[5]. 따라서 ‘정보’ 과목을 대상으로 실시된 연구를 먼저 살펴보고자 한다. 강오한(2019)의 연구는 2015 개정 교육과정 중학교 정보 교과서 7종의 내용 체계와 학습 목표를 분석하였다. 학습 목표를 분석한 결과 지식 차원에서 ‘개념적 지식’(42%)과 ‘절차적 지식’(31%)이, 인지 과정 차원에서는 ‘이해하다’(53%)의 비율이 가장 높다는 것을 밝혔다[15]. 강오한(2020)의 다른 연구에서는 고등학교 정보 교과서 7종을 대상으로 같은 방식의 연구를 진행하였다[16]. 그 결과 지식 차원에서는 ‘개념적 지식’(45%)과 ‘절차적 지식’(32%)이, 인지 과정 차원에서는 ‘이해하다’(41%)가 가장 높은 비율을 차지하고 있음을 보여, 중학교 정보 교과서와 다소 유사한 결과를 보이는 것을 알 수 있다. 이 외에도 초등 환경 교재를 대상으로 분석한 전재원 외(2018)의 연구에서는 지식 차원에서 ‘개념적 지식’과 ‘사실적 지식’이, 인지 과정 차원에서는 ‘이해하다’와 ‘기억하다’가 가장 많은 비중을 차지하고 있음을 보였다[17]. 이렇듯 학습 목표 분석에 관한 연구들은 지식과 인지 과정의 영역별 비율을 분석하였고 그 결과 일부 영역에 편중되어 있음을 지적하였다.

교육과정 성취기준을 분석한 연구로는 2015 개정 수학과 교육과정을 분석한 조우정 외(2020)의 연구가 있다. 해당 연구에서는 고등학교 수학과 교육과정의 성취기준을 분석한 결과, 지식 차원에서는 ‘개념적 지식’과 ‘절차적 지식’의 비중이 높은 반면, ‘메타인지 지식’의 비중은 매우 낮음을 보였다. 또한 인지 과정 차원에서는 ‘이해하다’와 ‘적용하다’가 높은 비중을 차지하고, 다른 영역의 비중은 매우 낮다고 지적하였다. 이를 바탕으로 학생들이 다양한 탐구와 수업 활동을 경험할 수 있도록 높은 수준의 지식 및 인지 과정의 영역으로 성취기준을 개선할 것을 제안하였다[18]. 이 외에도 사회과(전재원, 2019)[19], 기술·가정과(양지선 외, 2018)[20], 초등 음악과(김은주, 2020)[21], 초등 과학과(천주영 외, 2017)[22], 초등 사회과(박기범, 2016)[23] 등의 연구가 2015 개정 교육과정의 성취기준을 지식과 인지 과정 차원에서 분석하고, 분석 결과에 따른 성취기준의 개선점을 제안하였다.

평가 문항 관련 연구로는 김윤희(2010)의 연구가 있다. 해당 연구는 생물 영역의 총괄 평가 문항에서 ‘사실적 지식’(67.5%)과 ‘기억하다’(76.1%)가 가장 높은 비율을 차지하고 있는데, 평가 목표가 더 높은 차원의 목표를 지향하도록 노력

할 것을 촉구하였다[24]. 또한 신진걸(2008)의 연구에서는 Anderson의 교육목표분류학에 근거하여 지리과 수업 목표를 진술하고, 진술된 목표 중 ‘개념적 지식’의 목표에 적합한 평가 문항을 선다형과 서술형으로 작성하여 실제 평가를 진행한 결과를 도출하였다[25].

본 연구에서는 지금까지 살펴본 인공지능 기초 교육과정과 Anderson의 교육목표분류법 및 관련 연구를 바탕으로 인공지능 기초 교과서 7종에 진술된 학습 목표를 Anderson의 교육목표분류법을 활용하여 분석한다. 이를 통해 인공지능 기초 교과서의 특성을 파악하고, 인공지능 교육에서의 학습 목표 진술에 대한 개선점을 도출하고자 한다.

III. 연구 설계

인공지능 기초 교과서에 제시된 학습 목표를 Anderson의 교육목표분류법에 따라 분석하기 위해 Table 5의 절차에 따라 연구를 진행하였다. 우선 제주특별자치도교육청 인정 인공지능 기초 교과서 7종(금성, 길벗, 미래엔, 비상교육, 성안당, 씨마스, 천재교과서)의 디지털 저작물(웹 전시 및 pdf 파일)을 수집하였다(step 1). 수집한 교과서에 진술된 학습 목표를 출판사별, 영역별로 모두 추출하였다(step 2). 추출한 학습 목표를 대상으로 연구자 1과 연구자 2가 별도의 공간에서 Anderson의 교육목표분류법에 따라 학습 목표를 분류하였다(step 3). 두 연구자의 분류 결과가 같으면 해당 목표의 분류를 확정하고, 분류 결과가 상이하면 연구자 3을 포함하여 세 명의 연구자의 두 차례의 협의를 거쳐 학습 목표를 재분류하였다(step 4). 최종적으로 분류한 학습 목표를 바탕으로 교과서별 및 영역별 학습 목표의 특징을 도출하고 결과를 분석하였다(step 5).

특히 학습 목표를 분류하는 과정(step 3)에서는 몇 가지 문제점들이 발견되었고 이를 해결하기 위한 방안을 결정하였다. Table 6은 하나의 목표 진술에 포함된 내용에 관한 문제점과 각 문제점에 대한 해결 방법을 나타낸 것이다.

표 5. 연구 절차

Table 5. Research procedure

Step 1	Collecting textbooks
	↓
Step 2	Extracting learning objectives
	↓
Step 3	Classifying learning objectives
	↓
Step 4	Discussing and reclassifying learning objectives
	↓
Step 5	Deriving and analyzing results

표 6. 학습 목표 분류에서 발생한 문제점과 해결 방안

Table 6. Problems and solutions about classifying learning objectives

No	Problem	Solution
1	It contains one knowledge and two cognitive processes.	Classifying as a higher category of cognitive process.
2	It contains two knowledges and one cognitive process.	Classifying as a higher category of knowledge.
3	It contains two knowledges and two cognitive processes.	Splitting into two learning objectives.
4	It describes both cognitive and psychological domains.	Considering cognitive process domain only.
5	It is not presented in Anderson's taxonomy.	Judging by researchers as a context of sentence.

문제점 1, 2는 지식과 인지 과정 중 하나가 동시에 두 가지 제시된 경우이다. 이러한 학습 목표는 상위 수준의 영역으로 분류하였다. 예를 들어, '인공지능과 일반 소프트웨어의 차이를 비교·분석할 수 있다.'로 제시된 학습 목표는 '비교하다'와 '분석하다'의 두 가지의 인지 과정을 고려하여 상위 유형에 해당하는 인지 과정으로 분류하였다.

문제점 3은 두 가지 지식과 두 가지 인지 과정이 포함된 경우이다. 이러한 학습 목표는 두 개의 학습 목표로 분리한 뒤 각각 분류하였다. 예를 들어, '기계학습의 개념을 이해하고, 지도학습과 비지도학습의 차이를 비교할 수 있다.'로 제시된 학습 목표는, '기계학습의 개념을 이해할 수 있다.'와 '지도학습과 비지도학습의 차이를 비교할 수 있다.'의 두 개의 학습 목표로 분리한 뒤, 별도의 학습 목표로서 분류하였다. 이러한 방식으로 인공지능 기초 교과서에 제시된 학습 목표를 분리한 결과, 재구성된 학습 목표의 개수는 Table 7과 같다.

문제점 4는 인지적 영역과 심동적 영역에 해당하는 서술어가 함께 포함된 것으로, 이 경우 인지적 영역만을 고려하여 판단하기로 하였다. 예를 들어, '인공지능과 관련된 사회적 책임을 이해하고 실천할 수 있다.'로 제시된 학습 목표는 '인공지능과 관련된 사회적 책임을 이해할 수 있다.'와 같이 심동적 영역을 제외한 인지적 영역만 진술된 것처럼 간주하여 판단하였다.

문제점 5는 학습 목표에 사용된 서술어가 Anderson의 분류법에 제시되지 않은 인지 과정을 나타내는 경우이다. 이러한 학습 목표는 연구자들이 진술된 학습 목표 전체의 맥락을 고려하여 차원을 분류하였다. 예를 들어 학습 목표 '문제 해결에 필요한 핵심 속성을 추출할 수 있다.'에서 인지 과정은 '추출하다'이다. 이렇게 Anderson의 여섯 가지 인지 과정 유형에 포함되지 않은 서술어가 사용된 경우, 표현된 학습 목표의 내용이 어느 인지 과정의 유형과 가장 근접한가를 파악하여 분류하였다. Anderson의 기준과 제시된 학습 목표의 맥락을 통해 분류된 결과는 연구자의 판단에 따라 상이할 수 있으므로, 분류 결과에 차이가 발생한 경우 앞서 언급한 step 4의 과정을 통해 연구자 간 협의를 거쳐 최종적으로 결정된 차원으로 분류하였다.

표 7. 재구성된 학습 목표 개수

Table 7. Number of restructured learning objectives

Textbook	A	B	C	D	E	F	G
Learning objectives	40	53	43	65	59	46	44

IV. 연구 결과

4-1 교과서별 학습 목표 분석 결과

인공지능 기초 교과서 7종을 대상으로 교과서(Textbook A~G)별 학습 목표를 Anderson의 교육목표분류법에 따라 지식 차원(A~D)과 인지 과정 차원(1~6)으로 분석한 결과는 Table 8과 같다.

지식 차원에서는 전 교과서에서 4개의 영역에 해당하는 학습 목표를 모두 포함하고 있었다. 네 영역 중 모든 교과서가 '개념적 지식'에 해당하는 학습 목표 비중이 40% 이상으로 가장 높았으며, 특히 E 교과서에 제시된 학습 목표 중 50.8%가 '개념적 지식'에 해당하였다. A~F 교과서에서 '개념적 지식' 다음으로 높은 비율을 차지하는 지식 영역은 '메타인지 지식'으로, 각 교과서에서 20% 이상의 비율을 차지하였다. 특히 D 교과서의 경우 해당 지식 영역의 비중이 30.8%에 달했다. G 교과서는 '개념적 지식'(47.7%) 다음으로 '사실적 지식'(20.5%)에 해당하는 학습 목표가 많은 것으로 분석되어 다른 교과서와 차이가 있었다. 그러나 전 교과서의 학습 목표가 '개념적 지식'이 매우 높고, 다음으로 7종 중 6종의 교과서가 '메타인지 지식'이 높다는 점에서 교과서 간 학습 목표 진술이 비슷한 양상을 보이는 것을 알 수 있다. 이는 교과서에 서술된 학습 내용이 인공지능의 기본적인 개념과 원리를 중심으로 구성되었기 때문으로 여겨진다.

인지 과정 차원에서는 모든 교과서에서 진술된 학습 목표가 '이해하다'의 비율이 60% 이상으로 가장 높았다. 그중에서도 A, E, F 교과서는 그 비율이 70% 이상으로 나타나, 해당 비율이 압도적으로 높다고 분석되었다. 한편 E 교과서에서 '기억하다'에 해당하는 학습 목표가 1개(1.7%) 진술된 것을 제외하고는, 나머지 교과서에서는 '기억하다' 영역의 학습 목표가 전혀 존재하지 않은 것으로 파악되었다. 이는 인공지능 기초 교과서가 암기가 필요한 단순 지식이 아닌 실생활과 연결된 인공지능 관련 지식을 사례 중심으로 서술되고 있기 때문으로 판단된다.

교과서별 분석 결과에 따라 인공지능 기초 교과서의 학습 목표는 인공지능 개념과 원리, 실생활 맥락 속에서의 활용을 강조한다는 것을 파악할 수 있다. 그러나 모든 교과서가 지식 차원과 인지 과정 차원 모두에서 특정 영역에 편중된 형태로 학습 목표를 진술했다는 것을 발견하였다. 이는 폭넓고 깊은 인공지능의 학문 분야를 고등학교 학생인 학습자의 수준에 맞추어 단권으로 재구성하는 과정에서 발생한 것으로 판단된다.

다. 그러나 인공지능 기초 과목이 다양한 분야의 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 기초 소양을 기르기 위한 과목[5]이라는 점에서 문제 해결 과정과 방법에 대한 학습 내용을 충분히 표현할 수 있도록 다양한 영역을 고려한 학습 목표 진술이 필요하다. 특히 실제 교과서에 창의·융합적 프로젝트를 중심으로 구성된 부분은 해당 활동의 취지를 명확하게 드러낼 수 있도록 상위 수준의 인지 과정을 포함하는 학습 목표로 진술되어야 할 것이다.

표 8. 교과서별 학습 목표 분석 결과

Table 8. Results of analyzing learning objectives by textbooks

	1	2	3	4	5	6	Total	
Textbook A	A	0 (0%)	5 (12.5%)	0 (0%)	1 (2.5%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (15%)
	B	0 (0%)	17 (42.5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	17 (42.5%)
	C	0 (0%)	2 (5%)	3 (7.5%)	1 (2.5%)	1 (2.5%)	1 (2.5%)	8 (20%)
	D	0 (0%)	7 (17.5%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2.5%)	1 (2.5%)	9 (22.5%)
	Tot	0 (0%)	31 (77.5%)	3 (7.5%)	2 (5%)	2 (5%)	2 (5%)	40 (100%)
Textbook B	A	0 (0%)	6 (11.3%)	1 (1.9%)	1 (1.9%)	1 (1.9%)	0 (0%)	9 (17%)
	B	0 (0%)	19 (35.8%)	0 (0%)	2 (3.8%)	2 (3.8%)	0 (0%)	23 (43.4%)
	C	0 (0%)	2 (3.8%)	2 (3.8%)	1 (1.9%)	0 (0%)	1 (1.9%)	6 (11.3%)
	D	0 (0%)	7 (13.2%)	0 (0%)	1 (1.9%)	2 (3.8%)	5 (9.4%)	15 (28.3%)
	Tot	0 (0%)	34 (64.2%)	3 (5.7%)	5 (9.4%)	5 (9.4%)	6 (11.3%)	53 (100%)
Textbook C	A	0 (0%)	5 (11.6%)	1 (2.3%)	2 (4.7%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (18.6%)
	B	0 (0%)	16 (37.2%)	0 (0%)	1 (2.3%)	2 (4.7%)	0 (0%)	19 (44.2%)
	C	0 (0%)	4 (9.3%)	2 (4.7%)	1 (2.3%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (16.3%)
	D	0 (0%)	5 (11.6%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (7%)	1 (2.3%)	9 (20.9%)
	Tot	0 (0%)	30 (69.8%)	3 (7%)	4 (9.3%)	5 (11.6%)	1 (2.3%)	43 (100%)
Textbook D	A	0 (0%)	4 (6.2%)	1 (1.5%)	2 (3.1%)	1 (1.5%)	0 (0%)	8 (12.3%)
	B	0 (0%)	23 (35.4%)	0 (0%)	2 (3.1%)	1 (1.5%)	0 (0%)	26 (40%)
	C	0 (0%)	8 (12.3%)	2 (3.1%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1.5%)	11 (16.9%)
	D	0 (0%)	7 (10.8%)	0 (0%)	2 (3.1%)	1 (1.5%)	10 (15.4%)	20 (30.8%)
	Tot	0 (0%)	42 (64.6%)	3 (4.6%)	6 (9.2%)	3 (4.6%)	11 (16.9%)	65 (100%)

	1	2	3	4	5	6	Total	
Textbook E	A	1 (1.7%)	5 (8.5%)	0 (0%)	2 (3.4%)	1 (1.7%)	0 (0%)	9 (15.3%)
	B	0 (0%)	28 (47.5%)	0 (0%)	1 (1.7%)	1 (1.7%)	0 (0%)	30 (50.8%)
	C	0 (0%)	3 (5.1%)	2 (3.4%)	2 (3.4%)	0 (0%)	1 (1.7%)	8 (13.6%)
	D	0 (0%)	6 (10.2%)	0 (0%)	1 (1.7%)	2 (3.4%)	3 (5.1%)	12 (20.3%)
	Tot	1 (1.7%)	42 (71.2%)	2 (3.4%)	6 (10.2%)	4 (6.8%)	4 (6.8%)	59 (100%)
Textbook F	A	0 (0%)	5 (10.9%)	1 (2.2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (13%)
	B	0 (0%)	21 (45.7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	21 (45.7%)
	C	0 (0%)	5 (10.9%)	2 (4.3%)	1 (2.2%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (17.4%)
	D	0 (0%)	4 (8.7%)	1 (2.2%)	1 (2.2%)	3 (6.5%)	2 (4.3%)	11 (23.9%)
	Tot	0 (0%)	35 (76.1%)	4 (8.7%)	2 (4.3%)	3 (6.5%)	2 (4.3%)	46 (100%)
Textbook G	A	0 (0%)	6 (13.6%)	1 (2.3%)	1 (2.3%)	1 (2.3%)	0 (0%)	9 (20.5%)
	B	0 (0%)	19 (43.2%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (4.5%)	0 (0%)	21 (47.7%)
	C	0 (0%)	2 (4.5%)	2 (4.5%)	1 (2.3%)	0 (0%)	1 (2.3%)	6 (13.6%)
	D	0 (0%)	3 (6.8%)	0 (0%)	1 (2.3%)	1 (2.3%)	3 (6.8%)	8 (18.2%)
	Tot	0 (0%)	30 (68.2%)	3 (6.8%)	3 (6.8%)	4 (9.1%)	4 (9.1%)	44 (100%)

4-2 영역별 학습 목표 분석 결과

Table 9는 인공지능 기초 교과서 7종에 제시된 학습 목표를 통합하여 Anderson의 교육목표분류법에 따라 교육과정 영역별로 분석한 결과이다. 전체적으로는, 지식 차원에서 살펴보면 ‘인공지능의 이해’ 영역과 ‘데이터와 기계학습’ 영역에서는 ‘개념적 지식’의 학습 목표가 가장 높은 비율을 차지하였다. ‘인공지능의 원리와 활용’ 영역은 ‘절차적 지식’(39.2%)의 비율이 가장 높았으며, ‘인공지능의 사회적 영향’ 영역은 ‘메타인지 지식’(84.4%)이 가장 높은 학습 목표 비중을 가지는 것으로 확인되었다. 한편 인지 과정 차원에서는 전 영역의 학습 목표가 ‘이해하다’에 편향된 모습이 관찰되었다.

‘인공지능의 이해’ 영역의 학습 목표는 ‘개념적 지식’(75.4%)과 ‘이해하다’(83.6%)에 치우쳐 진술되었다. 특히 인지 과정 차원에서 ‘적용하다’와 ‘창안하다’에 해당하는 학습 목표가 전혀 존재하지 않았다. 이는 해당 영역에서 인공지능의 개념과 발전 방향에 대해 이해하는 수준으로 학습하기 때문으로 판단된다. 그러나 해당 단원의 학습 목표는 학생들이 인공지능으로 인한 사회의 변화를 확인하고, 이에 따른 자신

의 진로를 탐색할 수 있도록 다양한 유형의 인지 과정을 포함하여 진술되어야 한다.

‘인공지능의 원리와 활용’의 학습 목표는 지식 차원의 영역별 최대 비율이 39.2%, 최소 비율이 19.2%로, 타 영역의 학습 목표에 비해 전 영역의 비율이 고르게 분포하고 있었다. 특히 인공지능의 인식, 탐색, 추론, 학습에 대해 학습하기 때문에 ‘절차적 지식(39.2%)’의 비율이 높은 것을 확인하였다. 한편 인지 과정 차원에서는 ‘이해하다’(70%)로 영역이 편중되어 있었다. 이는 ‘이해하다’ 보다 높은 수준의 인지 과정을 포함하도록 개선되어, 학생이 인공지능의 원리가 활용되는 다양한 사례를 분석하고 평가하도록 유도해야 할 것이다.

표 9. 영역별 학습 목표 분석 결과

Table 9. Results of analyzing learning objectives by domains

	1	2	3	4	5	6	Total	
Understanding of AI	A	0 (0%)	5 (8.2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (8.2%)
	B	0 (0%)	41 (67.2%)	0 (0%)	5 (8.2%)	0 (0%)	0 (0%)	46 (75.4%)
	C	0 (0%)	1 (1.6%)	0 (0%)	1 (1.6%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (3.3%)
	D	0 (0%)	4 (6.6%)	0 (0%)	2 (3.3%)	2 (3.3%)	0 (0%)	8 (13.1%)
	Tot	0 (0%)	51 (83.6%)	0 (0%)	8 (13.1%)	2 (3.3%)	0 (0%)	61 (100%)
	The Principle and Application of AI	A	1 (0.8%)	22 (18.3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
B		0 (0%)	34 (28.3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	34 (28.3%)
C		0 (0%)	24 (20%)	13 (10.8%)	6 (5%)	0 (0%)	4 (3.3%)	47 (39.2%)
D		0 (0%)	4 (3.3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (10%)	16 (13.3%)
Tot		1 (0.8%)	84 (70%)	13 (10.8%)	6 (5%)	0 (0%)	16 (13.3%)	120 (100%)
Data and Machine Learning		A	0 (0%)	7 (6.6%)	5 (4.7%)	9 (8.5%)	4 (3.8%)	0 (0%)
	B	0 (0%)	63 (59.4%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (7.5%)	0 (0%)	71 (67.0%)
	C	0 (0%)	1 (0.9%)	2 (1.9%)	0 (0%)	1 (0.9%)	0 (0%)	4 (3.8%)
	D	0 (0%)	1 (0.9%)	1 (0.9%)	0 (0%)	1 (0.9%)	3 (2.8%)	6 (5.7%)
	Tot	0 (0%)	72 (67.9%)	8 (7.5%)	9 (8.5%)	14 (13.2%)	3 (2.8%)	106 (100%)
	Social Impact of AI	A	0 (0%)	2 (3.1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
B		0 (0%)	6 (9.4%)	0 (0%)	1 (1.6%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (10.9%)
C		0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1.6%)	1 (1.6%)
D		0 (0%)	30 (46.9%)	0 (0%)	4 (6.3%)	10 (15.6%)	10 (15.6%)	54 (84.4%)
Tot		0 (0%)	38 (59.4%)	0 (0%)	5 (7.8%)	10 (15.6%)	11 (17.2%)	64 (100%)

‘데이터와 기계학습’ 영역의 학습 목표를 분석한 결과, 지식 차원에서 ‘개념적 지식’(67.0%)과 인지 과정 차원에서 ‘이해하다’(67.9%)에 편중된 양상을 보였다. 그러나 해당 영역의 학습 내용은 학생이 분류 모델을 활용하여 다양한 문제를 해결할 뿐만 아니라 이에 따른 성능 평가를 해볼 수 있도록 구성되었다. 따라서 이에 해당하는 학습 목표 진술은 지식의 유형을 다양화하고, 인지 과정 역시 고수준의 인지 과정을 포함하도록 개선되어야 한다.

‘인공지능의 사회적 영향’ 영역의 학습 목표는 타 영역의 학습 목표와 다르게 지식 차원 중 ‘메타인지 지식’(84.4%)의 비중이 가장 높았다. 이는 해당 단원에서 미래 사회에서의 인공지능 역할과 사회적 가치 및 영향력 인식에 초점을 두기 때문으로 판단된다. 인지 과정 차원에서는 타 영역의 학습 목표와 비교해 ‘평가하다’(15.6%)와 같은 상위 차원의 인지 과정을 많이 포함하고 있었으나 여전히 ‘이해하다’(59.4%)의 비중이 가장 높았다. 이는 인공지능 사회에서 발생할 수 있는 사회적 문제와 윤리적 쟁점, 그리고 이에 필요한 인공지능 윤리에 대한 학생들의 다각적인 사고를 촉진하도록 학습 목표의 인지 과정을 다양화할 필요가 있다.

V. 결론

본 연구는 제주특별자치도교육청 인정 인공지능 기초 교과서 7종에 제시된 학습 목표를 Anderson의 교육목표분류법에 근거하여 분석하였다. 분석한 결과의 주요 내용과 이에 따른 시사점은 다음과 같다.

학습 목표를 교과서별로 분석한 결과, 지식 차원에서는 ‘개념적 지식’과 ‘메타인지 지식’이, 인지 과정 차원에서는 ‘이해하다’가 높은 비중을 차지하였다. 이를 고등학교 정보 교과서의 학습 목표를 분석한 연구 결과[15]와 비교해 보면, 두 경우 모두 ‘개념적 지식’과 ‘이해하다’의 비율이 높다는 공통점이 있다. 그러나 다음으로 높은 비율의 지식 차원이 정보 교과서에서는 ‘절차적 지식’이었으나 인공지능 기초 교과서에서는 ‘메타인지 지식’이라는 점에서 차이가 있다. 이는 정보 교과서에서는 문제 해결 절차를 다루는 ‘문제 해결과 프로그래밍’ 영역의 비중이 압도적으로 높은 반면에, 인공지능 기초 교과서에서는 메타인지 지식을 많이 포함하는 ‘인공지능의 사회적 영향’ 영역이 별도로 구성된 영향으로 판단된다. 한편, 인지 과정 차원에서 ‘이해하다’가 가장 많은 비중을 차지하였으나 그 비율이 절반 이하(41%)였던 것에 비해, 인공지능 기초 교과서에서는 7종 교과서 평균 70.2%를 차지하였다. 인공지능 기초 교과서에서 하나의 인지 과정 영역에 편중이 매우 심한 것으로 분석되며, 이를 다양한 인지 과정 유형의 학습 목표를 포함하도록 개선할 필요가 있다.

학습 목표를 영역별로 분석한 결과, 지식 차원에서는 ‘인공지능의 이해’, ‘데이터와 기계학습’ 영역에서 ‘개념적 지식’,

‘인공지능의 원리와 활용’ 영역에서는 ‘절차적 지식’, ‘인공지능의 사회적 영향’ 영역은 ‘메타인지 지식’이 가장 높은 학습 목표의 비중을 가지고 있는 것으로 확인되었다. 그러나 이 중 ‘데이터와 기계학습’ 영역은 데이터 처리와 모델 구현을 학습 내용으로 하는 만큼, ‘절차적 지식’과 ‘메타인지 지식’ 차원을 포함하는 학습 목표가 더 많이 진술될 필요가 있다. 인지 과정 차원에서는 전 영역에서 ‘이해하다’에 해당하는 학습 목표의 비중이 큰 것으로 나타났으며, 영역별로 특정한 인지 과정 유형의 학습 목표는 단 하나도 없는 경우가 발견되었다. 특히 인지와 회상의 ‘기억하다’를 차지하고라도, 상위 인지 과정의 누락이 다수 발생하였다. 학생들의 능동적이고 다각적 사고를 촉진할 수 있도록 ‘인공지능의 이해’에서 ‘적용하다’와 ‘창안하다’, ‘인공지능의 원리와 활용’에서 ‘평가하다’, ‘인공지능의 사회적 영향’에서 ‘적용하다’와 같은 상위 수준의 학습 목표 진술이 고려되어야 할 것이다.

이와 더불어 학습 목표 분류 과정에서 특정 서술어가 여러 의미로 사용되고 있는 것을 발견하였다. 특히 ‘탐색하다’라는 서술어가 맥락에 따라 다른 인지 과정을 지칭하는 용어로 사용되었다. 예를 들어 사례를 찾는 활동, 알고리즘을 적용하는 경우, 원리나 절차에 관련된 경우, 변화나 영향력을 알아보는 보는 활동 등에서 ‘탐색하다’라는 서술어를 사용해 학습 목표를 진술하였다. 교과서가 교육과정에 근거하여 제작된다는 점을 고려해보았을 때, 이는 교육과정 성취기준에 ‘탐색하다’라는 서술어를 많이 사용한 영향을 받은 것으로 판단된다. Table 10은 인공지능 기초 교육과정에서 제시된 성취기준의 개수와 성취기준에서 ‘탐색하다’라는 서술어가 사용된 횟수이다. 전체 25개의 성취기준을 진술하는데 ‘탐색하다’가 8회 사용되었으며, 이는 학습 내용에 따라 다른 인지 과정으로 해석될 수 있다.

이러한 이유로 본 연구에서 학습 목표를 분류하는 과정에서도 ‘탐색하다’가 사용된 경우 문장의 맥락과 활동에 따라 인지 과정을 판단하였다. 그러나 교과서에 진술된 학습 목표는 단원별로 전개되는 교수-학습 활동의 목적과 방향을 분명하게 제시할 수 있어야 한다. 그리고 교육과정 성취기준은 교과서의 목표와 내용을 학생들이 성취해야 할 능력과 특성의 형태로 진술한 것으로, 구체적이면서도 명료하게 제시되어야 한다[26]. 따라서 교육과정의 성취기준과 교과서에 제시된 학습 목표는 다양한 해석이 가능한 모호한 진술보다는 명확한 의미와 수준을 표현할 수 있는 용어로 구체화하여 표현되어야 할 것이다.

교수-학습 내용 구성의 시작은 학습 목표이다. 인공지능 기초 교과서의 학습 목표는 학습 내용에 적합한 지식과 학생들의 고차원적 인지 과정을 촉진하도록 제시되어야 할 것이다. 또한 학습 목표가 인공지능 학습에서 전개되는 활동의 수준을 명료하게 표현할 수 있도록 용어를 엄선하여 사용해야 한다. 인공지능 기초 교과 도입은 앞으로 추진될 국가적 인공지능 교육의 본격적인 출발을 알렸다. 인공지능 기초 교과서 및 관련 연구, 그리고 이를 바탕으로 전개될 수업은 앞으로의 인공지능 교육의 체계를 구성해나가는데 큰 자양분이 될 것이다.

표 10. 영역별 성취기준 수와 ‘탐색하다’ 사용 횟수

Table 10. The number of achievement standards and times the word ‘explore’ is used by domain

Domain	The number of achievement standards	The number of times the word ‘explore’ is used
Understanding of Artificial Intelligence	4	2
The Principle and Application of Artificial Intelligence	9	4
Data and Machine Learning	8	1
Social Impact of Artificial Intelligence	4	1
Total	25	8

본 연구의 결과가 다가오는 2022 개정 교육과정의 인공지능 관련 성취기준을 결정하고, 고등학교에서 인공지능 기초 과목을 수업하는 교사가 수업목표를 진술하는데 보탬이 되기를 기대해본다.

참고문헌

- [1] National Strategy for Artificial Intelligence of Korea, Ministry of Science and ICT, Dec. 2019.
- [2] National Informatics Education Plan, Ministry of Education, May 2020.
- [3] Ministry of Education Notice No. 2020-236, Ministry of Education, Sep. 2020.
- [4] Jeju Special Self-Governing Provincial Office of Education Notification No 2021-214, Jeju Special Self-Governing Provincial Office of Education, June 2021.
- [5] Ministry of Education Notice No. 2015-74 [Annex 10], Ministry of Education, Sep. 2020.
- [6] Tae-Wook Lee, Hyun-Jong Choe, Yong-Ju Jeon, Infomatics Education, 2nd ed. Hanbit Academy, pp. 147-155, 2020.
- [7] Hyun-Jong Choe, "Analysis about Learning Objectives of Informatics Textbooks in High School using Anderson's and Fuller's Taxonomy of Educational Objectives," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol 19, No. 9, pp. 185-196, Sep. 2014.
- [8] Dong-Ro Shin, Curriculum and Educational Evaluation. 2nd ed, pp. 116-118, Kyoyookbook, 2000.
- [9] Tong-Jin Na, Kyung-Su Wang, "Classifying cognitive instructional objectives : An alternative," *The Journal of Curriculum Studies*, Vol. 18, No. 1, pp. 181-200, 2000.
- [10] Lorin W. Anderson, David R. Krathwohl, A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, Pearson Education, pp. 28-29, 2001.

- [11] Seong-Hwan O, Analysis of Cognitive Lesson Goal of Practical Course based on Bloom's New Taxonomy of Educational Objectives, MEd dissertation, Gyeongin National University of Education, Incheon, 2013.
- [12] David R. Krathwohl, "A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview," *Journal of Theory Into Practice*, Vol. 41, No. 4, pp. 212-218, Autumn 2002. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- [13] Hyun-Jong Choe, "Analysis of Core Concepts in Problem Solving and Programming Unit of Informatics Subject Textbooks in Middle School Revised in 2015," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 21, No. 1, pp. 63-70, Jan. 2020.
- [14] Hyun-Jong Choe, "Study of Analysis about Learning Objectives of Informatics Textbooks in Middle School using Anderson's Taxonomy of Educational Objectives," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 17, No. 1, pp. 51-63, 2014. <https://doi.org/10.32431/kace.2014.17.1.005>
- [15] Oh-Han Kang, "Analysis of the Organization System and Learning Objectives of Middle School Informatics Textbooks," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol 22, No. 2, pp. 1-9, Mar. 2019. <https://doi.org/10.32431/kace.2019.22.2.001>
- [16] Oh-Han Kang, "Analysis of the Organization Structure and Learning Objectives of High School Informatics Textbooks," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol 23, No. 3, pp. 9-15, May 2020. <https://doi.org/10.32431/kace.2020.23.3.002>
- [17] Jae-Won Jeon, Sang-Joon Nam, "A Study on the Classification and Analysis of Instructional Objectives of Elementary Environmental Educational Materials Based on Bloom's Revised Taxonomy of Educational Objectives," *Journal of The Korea Society for Environmental Education* Vol. 31, No. 3, pp. 259-273, Sep. 2018. <https://doi.org/10.17965/kjee.2018.31.3.259>
- [18] Woo-Jung Cho, Seong-Hoon Kim, "Analysis of Achievement Standards of 2015 Revised High School Mathematics Curriculum Based on Bloom's Revised Taxonomy of Educational Objectives," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 20, No. 1, pp. 381-402, Jan, 2020. <http://doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.1.381>
- [19] Jae-Won Jeon, "An analysis of geography achievement standards of social studies national curriculum revised 2015 : based on Bloom's revised taxonomy of educational objectives," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 19, No. 1, pp. 1061-1082, Jan 2019. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2019.19.1.1061>
- [20] Ji-Sun Yang, Gyeong-Suk Lee, "Analysis of Knowledge and Competency for the Fourth Industrial Revolution Based on Anderson's Revision of Bloom's Taxonomy: Focused on Achievement Standard in the 2015 revised Practical Arts(Technology·Home Economics)" *Journal of Korean Home Economics Education Association*, Vol. 30, No. 3, pp. 129-149, 2018. <http://dx.doi.org/10.19031/jkheea.2018.09.30.3.129>
- [21] Eun-Ju Kim, "Analysis of Achievement Standards of 2015 Revised Elementary Music Curriculum based on Bloom's Revised Taxonomy of Educational Objectives," *The Korean Journal of Arts Education*, Vol. 18, No. 1, pp. 85-100, 2020.
- [22] Joo-Young Chun, Seong-Min Lee, Hun-Gi Hong, "Analysis of Achievement Standards of 2015 Revised Elementary Science Curriculum based on Bloom's Revised Taxonomy of Educational Objectives," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 17, No. 17, pp. 551-573, 2017. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2017.17.17.551>
- [23] Kee-Burm Park, "Analysis of Social Studies Achievement Standards through Bloom's Taxonomy," *The Journal of Korea Elementary Education*, Vol. 27, No. 4, pp. 135-152, Dec. 2016. <https://doi.org/10.20972/kjee.27.4.2016.12.135>
- [24] Yon-Hee Kim, Ki-Soon Yoon, Duck-Kee Kwon, "Analysis of Summative Evaluation Objectives in Middle School Biology based on Bloom's Revised Taxonomy of Educational Objectives," *Journal of Science Education*, Vol. 34, No. 1, pp. 164-174, June 2010. <https://doi.org/10.21796/jse.2010.34.1.164>
- [25] Jin-Geol Shin, Chul-Ki Cho, "The Statement of Geography Instruction Objectives and the Creation of Evaluation Questions Based on Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives," *Journal of Geographic and Environmental Education*, Vol. 16, No. 2, pp. 129-144, June 2008. <https://doi.org/10.17279/jkagee.2008.16.2.129>
- [26] Eok-Jo Kim, "A Study on the terms of Elementary and Secondary Schools' Korean 'Grammar' Domain," *Journal of Hanminjok Emunhak*, Vol. 76, No. 0, pp. 41-65, June 2017.

윤숙영(Sook-Young Yoon)



2017년 : 성균관대학교 컴퓨터교육과(이학사), 경영학과(경영학사)

2018년~현 재 : 인천진산과학고등학교 교사

2021년~현 재 : 한국교원대학교 컴퓨터교육전공 석사과정

※관심분야 : 컴퓨터 교육, 융합 교육, 정보 영재 교육 등

김태완(Tae-Wan Kim)



2012년 : 부산교육대학교(교육학 학사)

2012년~현 재 : 초등학교 교사

2020년~현 재 : 한국교원대학교 정보영재교육전공 석사과정

※관심분야 : 컴퓨팅 사고력, 인공지능 교육 등

최현종(Hyun-Jong Choe)



2005년 : 한국교원대학교 컴퓨터교육전공(교육학 박사)

2006년~2021년 : 서원대학교 컴퓨터교육과 교수

2021년~현 재 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과 부교수

2021년~현 재 : 한국교원대학교 정보교육연구소 소장

2021년~현 재 : 한국교원대학교 SW·AI교육연구소 소장

※관심분야 : 컴퓨터교육학, 정보 교과 교육 및 교육과정, 인공지능 교육 등