

2022 개정 교육과정에서 협력적 문제해결력 증진을 위한 초등 타교과와의 융합적 정보 교육 역량 분석

Competency Analysis of Elementary Interdisciplinary Informatics Education Focused on Improving Collaborative Problem Solving Ability for the 2022 Revised educational Curriculum

손정명[†] · 김태영^{††}

Jungmyoung Son[†] · Taeyoung Kim^{††}

요 약

본 연구는 2022 개정 교육과정 내 정보 교과 중심의 타 교과 융합 교육을 위한 역량 분석을 목적으로, 첫째 정의 기반 분류의 방법들을 조사하고, 둘째 협력적 문제해결력 중심의 정보 교과 역량들의 분류 방법을 알아본 후, 셋째 이를 기반으로 타 교과와의 역량 분류와의 연관성을 살펴보았다. 연구는 2015 및 2022 개정 교육과정에 대해 텍스트 전처리(토큰화, 표제어 추출, 불용어 제거), 특징 추출(벡터화), 의미적 유사성 측정(코사인 유사도), 클러스터링(계층적 클러스터링), 정의 기반 매핑 과정을 진행하였다. 연구 결과, 컴퓨팅 사고력, 인공지능 소양, 디지털 문화 소양과 국어, 수학, 사회, 과학의 역량들이 정의 기반으로 연계될 수 있음을 확인하였다. 첫째, 컴퓨팅 사고력 영역은 각 교과 내 분해, 패턴 인식, 추상화, 알고리즘적 사고와 연계되었고, 둘째, 인공지능 소양은 데이터 활용 능력, 인공지능 메커니즘 이해, 문제해결 맥락에서의 인공지능 도구 적용과 관련되었으며, 셋째, 디지털 문화 소양은 정보 평가 및 의사결정, 윤리적 사용 및 인식, 디지털 표현 및 이해, 협력적 상호작용과 관련된 역량들이 연계되었다. 본 연구를 통해 융합적 교육 프로그램의 효과적 개발과 핵심 역량 중심의 평가 방법이 함께 개발되어 통합적 교과 접근 방법이 활발하게 연구되기를 기대한다.

주제어: 2022 개정 교육과정, 정보 교육, 역량 중심 교육과정, 리빙랩, 학제 간 융합

ABSTRACT

This study aims to analyze the competencies for interdisciplinary education centered on the information subject within the new 2022 revised educational curriculum. The objectives are: first, to investigate definition-based classification methods; second, to classify the competencies of the information subject emphasized in the new curriculum, particularly those related to collaborative problem-solving; and third, to explore the connections between these competencies and those of other subjects for integrated education. The study involved text preprocessing (tokenization, lemmatization, stopword removal), feature extraction (vectorization), semantic similarity measurement (cosine similarity), clustering (hierarchical clustering), and definition-based mapping processes on the 2015 and 2022 revised curricula. The results revealed that computational thinking, artificial intelligence literacy, and digital culture literacy could be linked definitionally with the competencies in Korean, mathematics, social studies, and science. Specifically, computational thinking was associated with decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithmic thinking within each subject. Artificial intelligence literacy related to data utilization skills, understanding AI mechanisms, and applying AI tools in problem-solving contexts. Digital culture literacy was connected with evaluating and making decisions based on information, ethical usage and awareness, digital expression and understanding, and collaborative interactions. This study aims to foster active research on developing effective integrated educational programs and core competency-based assessment methods, promoting a comprehensive curricular approach for nurturing future competencies.

Keywords: 2022 Revised Curriculum, Informatics Education, Competency based Curriculum, Living Lab, Interdisciplinary Convergence

[†]정 회원: 한국교원대학교 대학원 컴퓨터교육학 박사수료

^{††}중신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)

1. 서론

경제협력개발기구(OECD)의 미래 사회에 필요한 역량에 관한 연구인 ‘역량의 정의와 선택’ (Definition and Selection of Competencies: DeSeCo) 프로젝트’ 로 역량은 국제적인 관심을 받았고 여러 나라에서 학교 교육과정이 역량 중심으로 구성될 것을 강조하였다[1]. 우리나라도 2015 개정 교육과정부터는 ‘역량 중심 교육과정’ 이라는 이름으로 학교 교육과정의 성격이 변화하였고, 2020년 이후 4차 산업혁명의 시대를 살아갈 현재의 학생들에게 미래 역량을 함양시키고자 하는 방향으로 교육과정을 개정하기 위한 논의가 이루어졌다. 또한 디지털 및 데이터 문해력(Literacy) 등 미래형 문해력 기반 교육과정, 문제해결 역량 향상을 위한 교과 융합 수업 설계, 실생활 문제 기반 활동 등을 주제로 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이는 미래형 역량 함양을 위한 방법으로 교과 연계 및 융합 기반 교육 방법의 충분한 연구가 새로운 교육과정의 안정적 정착에 있어 필요하다는 것을 말해준다[2].

미래형 역량에 관해 깊이 연구하여 발표한 2022 개정 교육과정에서 강조하는 역량은 ‘협력’ 과 관련한 역량이다[3]. 초, 중, 고등학교 정보 교육과정에서 컴퓨팅 사고력, 디지털 문화 소양, 인공지능 문제해결력을 핵심 교과 역량으로 설정하였는데, 이 중 인공지능 소양 역량의 하위 역량인 ‘인공지능 문제해결력’ 이란 PISA 2015와 ATC 21S(Assessment and Teaching of 21st Century Skills) 에서 강조했던 ‘협력적 문제해결력’ 을 기반으로 생성된 역량이다. 많은 연구를 통해 교육과정 속에서 협력적 문제해결력을 함양하고자 하는 노력이 지속되고 있지만, 학교와 지역사회가 연계되는 실생활 문제를 기반으로 학습하는 교육적 흐름 속에서 또 다른 방향의 연구가 필요하다. 특히 정보 교과는 변화하는 교육 환경 속에서 문제해결의 도구 및 방법이라는 측면에서 하나의 역할을 감당해야 한다.

이와 연계하여 연구된 주제들을 살펴보면 다양한 공동체 활동 속에 발생하는 문제를 해결하기 위한 협력적 문제해결 역량과 의사소통, 자기 효능감 등 서로 다른 역량과의 매개효과 및 영향에 관해서도 많은 연구가 진행되어, 역량이라는 개념이 학교의 독특한 특성, 학습 커뮤니티, 지역적 맥락에 맞춘 맞춤형 교육 프로그램 등을 통해 학교를 넘어 기업 및 사회의 발전에까지 확장되고 있음을 확인할 수 있다[4-7].

따라서 본 연구에서는 협력적 문제해결력 역량을 강화하기 위해 초등학생을 대상으로 한 융합적 교육 프

로그램의 개발을 제안하며, 이를 위해 교과 간의 융합과 협력적 학습 환경을 조성을 위한 핵심 교과로 정보 교과를 선정하였고, 협력적 문제해결력을 중심으로 각 교과의 역량을 체계적으로 분석하고 분류하였다. 이를 통해 학생들이 실제 문제 상황에서 협력하여 해결책을 도출하는 과정을 경험함으로써, 정보 교과와 다른 교과의 역량을 통합적으로 학습할 기회를 제공하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 정보 교과의 핵심 역량

우리나라의 교육은 미래 사회의 핵심 역량을 개발하고, 창의성과 논리력을 갖춘 융합 인재 양성을 목적으로 한다. 4차 산업혁명 시대가 시작됨에 따라 2015년 개정된 초·중등학교 교육과정에서는 2019년부터 초등학교에서 17시간, 중학교에서 2018년부터 최소 34시간의 SW 교육이 필수화되었다[2]. 2022 개정 교육과정에서는 2015 개정 교육과정에서의 정의된 정보 교과에 대해 시대적 요구와 상황에 맞게 시수와 내용을 확장하여 제시하고 있다[3]. 교육과정에서 정의하고 있는 2015 및 2022 개정 교육과정에서 정보 교과의 성격에 대한 정의의 차이는 Table 1과 같이 정리할 수 있다.

Table 1. Comparison of the 2015 and 2022 Informatics Curriculum

Elements	2015 revised curriculum	2022 revised curriculum
Goals	Foster computational thinking and collaborative problem-solving skills in a networked computing environment.	Nurture talents equipped with software and artificial intelligence knowledge required in various fields to promote creativity and interdisciplinary convergence.
Scope	Cover fundamental concepts, principles, and technologies of computer science.	Expand to include computer science, data science, artificial intelligence, information technology, systems, and software engineering.
Problem-Solving Direction	Creatively and efficiently solve problems from real-life and various academic fields.	Emphasize solving broader issues reflecting societal changes due to artificial intelligence and data, as well as future societal problems across various academic fields.

Elements	2015 revised curriculum	2022 revised curriculum
Knowledge & Skills	Develop new knowledge and skills for integrated problem solving.	Develop skills and knowledge applicable to fields beyond computing, such as engineering and humanities, with an emphasis on social application of this knowledge.
Social Role	Provide a proper understanding of the information society, fostering individuals with ethical awareness, protective capabilities, and technology utilization skills.	Respond to national and social demands of the digital transformation era, emphasizing the societal importance of information value and ethical use.
Technical Scope	Based on basic concepts and principles of computer science.	Encompass a wider range of fields, including data science and artificial intelligence, reflecting a broader understanding of the elements constituting the field of 'Informatics.'
Cultural & Ethical Orientation	Cultivate information culture literacy, including ethical awareness and information protection.	Emphasize the societal value of informatics and essential competencies for problem-solving in a digitally transforming society.
Practical Application	Emphasize the application of computer science in real life and academic fields.	Focus on practical applications in the future society and various academic fields, adapting to changes in the digital world.

즉, 개정된 2022 교육과정은 적용되는 교과 및 생활 범위를 확장하며 실생활 활용에 그치지 않고 인공지능과 데이터 등으로 인해 영향을 받는 사회 변화에 구체적으로 대응할 수 있는 역량을 함양하는 것을 목표로 한다. 특히 교육 목표의 내용 중 컴퓨팅 사고력과 협력적 문제해결력 함양 등 역량 함양에 관한 내용이 소프트웨어 및 인공지능 지식이라는 인지적 요소와 학제간 융합이라는 융합적 요소를 추가하였으며, 지향점 측면에서 정보의 사회적 가치를 강조한 점이 눈에 띄는 확장된 정의로 해석할 수 있다.

또한 정보 교과는 2022 개정 교육과정 총론 주요 사항에서 제시된 핵심 역량 중 ‘지식정보처리’, ‘창의적 사고’, ‘협력적 소통’, ‘공동체 역량’과 연계하여 ‘컴퓨팅 사고력’, ‘디지털 문화 소양’, ‘인공지능(AD) 소양’을 정보 교과의 역량으로 설정하였고, 상위 역량이 하위 역량을 포괄하는 형태로 구성하였다. 컴퓨팅을 활용한 문제해결을 전제로 문제를 발

견, 분석하여 실생활과 다양한 학문 분야의 문제를 해결하기 위한 새로운 방법론을 제시할 수 있는 능력인 ‘컴퓨팅 사고력’, 그리고 인간과 인공지능의 공존을 모색하는 사람 중심의 인공지능 윤리 의식과 데이터에 대한 이해를 기반으로 인공지능을 통해 문제를 해결할 수 있는 능력인 ‘인공지능 소양’은 총론의 ‘지식정보처리’, ‘창의적 사고’ 역량과 연계된다.

또한 디지털 사회의 구성원으로서의 윤리 의식과 시민성을 갖추고 디지털 기술을 기반으로 의사소통하고 협업할 수 있는 능력인 ‘디지털 문화 소양’은 ‘인공지능 소양’과 더불어 총론의 ‘협력적 소통’, ‘공동체 역량’과 직접 연계된 역량이다[2,3].

2.2 협력적 문제해결력

협력적 문제해결력(Collaborative Problem Solving Ability, CPS)이란 둘 이상의 주체가 해결책을 찾는 데 필요한 이해와 노력을 공유하고 해결책에 도달하기 위한 지식, 기능, 노력을 모아 문제를 해결하려 시도하는 과정에 효과적으로 참여할 수 있는 개인의 역량을 의미한다[8]. PISA 2015 결과를 통해 OECD는 21세기 역량 평가를 위한 문제해결력 및 협력의 중요성을 인지하였다.

PISA 2003부터 평가 영역에 포함된 협력적 문제해결력은 세 가지 역량이 통합된 형태이며, 역량의 구체적인 내용은 ‘(1) 공유된 이해를 수립하고 유지하기(Establishing and Maintaining Shared Understanding)’, ‘(2) 문제해결을 위해 적절하게 행동하기(Acting Appropriately to Solve Problems)’, ‘(3) 팀을 조직하고 유지하기(Organizing and Maintaining the Team)’이다. 이를 도식화하면 Table 2와 같으며, 문제해결 단계인 (A) 탐색 및 이해, (B) 표현과 형식화, (C) 계획 수립과 실행, (D) 모니터링과 반성의 네 가지 요소에서 각각의 세 가지 역량을 정의하였다[9].

첫째, ‘공유된 이해를 수립하고 유지하기’는 학생들이 협력의 상황에서 상호 간의 지식과 견해를 파악하고, 문제 상황과 활동에 대한 공유된 비전을 수립하는 것과 관련되어 있다. 둘째, ‘문제해결을 위해 적절하게 행동하기’는 학생들이 문제를 해결하는 데 필요한 협력적 문제해결 활동의 유형을 식별하고 해결하기 위한 적절한 단계를 따라가는 것을 말한다. 마지막으로 ‘팀을 조직하고 유지하기’는 팀에서 누가 무엇에 능숙한지를 기초로 하여 자신과 팀원의 역할을 이해하고, 참여 규칙을 따르며, 조직을 모니터링하고, 문제해결의

장애물이나 원활하지 못한 의사소통을 다루는 데 필요한 변화를 가능하게 하며, 최적화된 행동을 수행하는 능력이다.

Table 2. CPS Competency Definition Framework

Characteristics	(1) Establishing and Maintaining Shared Understanding	(2) Acting Appropriately to Solve Problems	(3) Organizing and Maintaining the Team
(A) Exploration and Understanding	(A1) Discovering Team Members' Perspectives and abilities	(A2) Identifying Types of Collaborative Interactions to Solve Problems in Line with Goals	(A3) Understanding Roles for Problem Solving
(B) Representation and Formalization	(B1) Constructing Shared Representations and Negotiating the Meaning of Problems	(B2) Identifying and Describing Tasks to be Completed	(B3) Describing Roles and Team Organization (Communication Protocols/Participation Rules)
(C) Planning and Execution	(C1) Communicating Actions to be Taken with Team Members	(C2) Planning	(C3) Following Participation Rules
(D) Monitoring and Reflection	(D1) Reviewing and Revising Shared Understanding	(D2) Reviewing Outcomes of Actions and Evaluating Problem Solving Success	(D3) Monitoring, providing feedback, and correcting team organization and roles

3. 연구 방법

3.1 연구 문제

2022 개정 교육과정 내 정보 교과를 중심으로 타 교과 융합 교육을 위한 역량 분석을 위해 다음과 같은 연구 문제를 조사하고자 하였다.

첫째, 정의 기반 분류의 방법에는 어떤 방법이 적합한가?

둘째, 정보 교육과정에서 강조하는 협력적 문제해결력의 요소들과 정보 교과에서 강조하는 역량들은 어떻게 분류할 수 있을까?

셋째, 협력적 문제해결력과 정보 교과의 역량을 기반으로 통합적 교육 접근을 위한 타 교과의 역량은 어떻게 분류될 수 있는가?

3.2 연구 방법 및 절차

개념의 형식적 정의나 고유한 의미를 활용하는 분류 작업은 분류 모델의 정확성과 관련성을 향상시켜 추후 연구 방향 제시에 도움을 준다. 정의 기반 분류를 위해서는 의미론적 이해, 자연어 처리, 기계학습 등과 같은 방법을 활용할 수 있다[10].

첫째, 정의 기반 분류 방법은 WordNet 또는 Wikipedia와 같은 사전이나 지식 기반의 정의를 사용한 데이터에 내재된 의미를 해석하고 활용하여 분류하는 방법이다. 이 중 온톨로지(Ontology, 용어 및 관계의 명시적 형식 사양) 기반 분류는 텍스트에 포함된 용어의 의미를 이해하기 위해 온톨로지를 사용한다. 용어 간 관계를 이해함으로써 복잡한 분야에서 분류 성능을 향상시킬 수 있다. 의미론적 정보가 포함된 임베딩(embedding)을 활용할 수 있는데, Word2vec 또는 GloVe와 같은 기술은 단어의 벡터 표현을 제공하거나 의미론적 정의를 이러한 벡터에 통합하기도 한다 [11,12].

둘째, 정의 기반 학습 알고리즘은 기계학습, 특히 지도 학습에서 정의를 활용하여 훈련 프로세스에 도움을 준다. 제로샷 학습과 같은 알고리즘은 관련 클래스의 의미론적 정의를 엄격하게 사용하여 훈련 중에 해당 객체의 예를 보지 않고도 객체를 분류하는 분류자를 학습하는 작업을 포함하여 알려진 클래스의 지식이 해당 정의에 따라 알려지지 않은 클래스로 전송되는 전이 학습 접근 방식을 사용할 수 있다[13].

셋째, 어휘 데이터베이스를 사용하는 방법이다. WordNet과 같은 어휘 데이터베이스는 단어 간의 구조화된 의미 관계를 제공하며 이는 정의와 맥락을 이해하는 데 중요할 수 있다. 보다 구체적으로 WordNet의 Synset(공통 의미를 공유하는 동의어 집합)은 분류자가 같은 개념을 나타낼 수 있는 다양한 단어를 더 잘 이해하는 데 도움이 되어 정의상의 문맥을 기반으로 분류 성능을 향상시킬 수 있다[14].

이러한 방법 중 계층적 클러스터링과 결합된 자연어 처리(NLP) 기술을 사용하여 분류하고자 한다. 첫 번째 이유는 구조화되지 않은 텍스트 데이터 처리에 효과적이기 때문이다. 텍스트 데이터는 본질적으로 구조화되지 않는 경우가 많으므로 구두점을 제거하거나 단어들을 표제어로 정리하는 작업을 쉽게 할 수 있는 NLP 기술은 텍스트의 표준화를 촉진하여 분석을 더 쉽게 만든다. 또한 변형된 단어들을 동일한 토큰으로 처리되도록 보장하여 데이터의 복잡성을 줄이고 핵심 의미에

집중할 수 있다. 두 번째는 벡터화를 활용한 장점이다. 이는 각 역량의 내용과 맥락을 이해하는 데 잠재적으로 더 중요한 단어를 강조하거나 텍스트 데이터를 균일한 벡터 형식으로 변환하고, 추가 분석을 위한 대수적 및 기하학적 방법의 사용을 단순화하여 유사한 문서가 서로 더 가까운 다차원 공간의 문서를 나타내도록 돕는다[15]. 이 과정에서 추출된 벡터의 군집화를 위한 유사성 검증을 위해 코사인 유사도의 방법을 사용하였다. 코사인 유사도는 문서의 길이에 영향을 받지 않기 때문에, 각 단어 빈도의 패턴을 정확하게 비교할 수 있어. 문서 길이가 다를 때도 유사성을 비교하는 데 유리하다[16]. 또한 고차원 벡터 공간에서 문서 간의 각도를 이용하여 유사성을 측정하므로, 대규모 텍스트 데이터 분석에 적합하며 텍스트 데이터의 복잡한 구조를 효과적으로 반영할 수 있다[17]. 또한 다른 검증법에 비해 계산이 비교적 간단하고 빠르므로 대규모 데이터셋에서도 효율적으로 사용할 수 있다[18].

Table 3. Definition-Based Classification Procedure

Text Preprocessing	<ul style="list-style-type: none"> • Tokenization: Divide the text into words, phrases, etc. • Lemmatization: Convert words to their base or root form. • Stopword Removal: Remove common words that may not be necessary for understanding the context.
Feature Extraction	<ul style="list-style-type: none"> • Vectorization: Transform the text into a vector model by evaluating the importance of words in the corpus.
Semantic Similarity Measurement	<ul style="list-style-type: none"> • Cosine Similarity Measurement: Mathematically measure the cosine of the angle between two vectors projected in a multidimensional space.
Clustering	<ul style="list-style-type: none"> • Hierarchical Clustering: Build a hierarchy where each node is a cluster of sub-nodes.
Mapping to Definitions	<ul style="list-style-type: none"> • Remapping to Informatics Curriculum Competencies: After forming clusters, re-map them to the closest competencies based on similarity scores.
Expert Review	<ul style="list-style-type: none"> • Two experts reviewed and corrected the mappings to ensure accuracy.

마지막으로 계층적 클러스터링은 데이터의 자연스러운 계층 구조를 시각화할 수 있어, 복잡한 데이터셋에서 구조적 관계를 쉽게 파악할 수 있다[19]. 또한 K-평균 클러스터링과 달리 사전에 클러스터 수를 지정할 필요가 없으며, 데이터에 내재된 구조를 기반으로 클

러스터 수를 자동으로 결정할 수 있다[20]. 마지막으로 다양한 거리 측정 방법과 결합 전략을 사용할 수 있어, 데이터 특성에 맞추어 유연하게 적용할 수 있다[21].

이 알고리즘은 Table 3과 같은 절차를 따르며 분류 작업은 파이썬 언어를 활용하여 실시하였다.

3.3 핵심 역량 기반 정보과 역량 분류

OECD에서 제시한 협력적 문제해결력의 개념 정의 프레임워크와 2022 개정 교육과정에서 제시한 정보과와 세 역량(컴퓨팅 사고력, 인공지능 소양, 디지털 문화 소양)의 개념을 기반으로 Table 4의 과정을 통해 분류하였다. 특히 알고리즘을 활용한 역량 분류 과정의 신뢰도와 타당도를 확보하기 위해 Table 4와 같이 연구자 이외에 컴퓨터 교육 전문가 1인이 공동 분석자로 참여하였다.

Table 4. Composition of the Researchers

no	Major	Degree	Career of Education	Career of Research
1	Computer Engineering	Ph. D.	30 years	30 years
2	Computer Education	Master (Complete the Ph. D.)	14 years	8 years

코사인 유사도는 0.4 이상의 결과를 보여야 유의미한 결과로 해석하는데, 역량별 정의를 기반한 분석이기에 코사인 유사도의 최대값이 0.3 이상을 넘지 못한 결과를 보일 수 있다. 따라서 본 연구에서는 삼각 검증을 통해 연구 결과의 신뢰도와 타당도를 보장하고자 하였다. 삼각 검증은 연구 결과의 신뢰성과 타당성을 높이기 위해 여러 관점을 통합하는 중요한 방법론적 전략으로 특히 방법론적 삼각 검증은 동일한 현상을 연구하기 위해 다양한 데이터 수집 방법을 사용하는 것을 의미하며, 연구자 삼각 검증은 여러 연구자가 데이터를 독립적으로 분석하는 것을 포함한다[22]. 이러한 접근 방식을 결합함으로써 연구의 강점을 최대한 활용하고 개별적인 편향을 줄여 연구 결과의 견고성을 강화할 수 있다. 방법론적 및 연구자 삼각 검증의 통합은 다음과 같은 이유로 중요하다. 첫째, 여러 방법을 사용하여 데이터를 교차 검증함으로써, 단일 방법이나 연구자의 결과로 인한 인공적 결과를 방지할 수 있다[23]. 둘째, 다양한 관점과 전문 지식을 가진 연구자들이 분석에 참여함으로써 개별적인 편향의 위험을 줄일 수

있다[24]. 셋째, 각 검증을 통해 데이터의 다양한 측면을 포착하여 연구 문제에 대한 보다 전체적인 시각을 제공할 수 있다[25].

이와 같은 통합적 삼각 검증을 위해 table 4에서 제시한 정의 문장에 대한 토큰화, 표제어 추출, 불용어 제거, 벡터화, 코사인 유사도 측정 및 계층적 클러스터링을 사용하여 텍스트 데이터를 분석을 정량적인 데이터 분석 기법으로 제시하였다. 이후 연구자가 독립적으로 데이터를 분석하여 핵심 역량 및 교과 역량들을 중심으로 정량적 결과를 서로 비교하여 매핑 작업을 실시하였다. 이후 각 전문가의 분석 결과를 비교하여 정성적인 일관성과 차이를 확인하였다.

이러한 방법론적 삼각 검증과 연구자 삼각 검증의 신뢰도를 평가하기 위해 다양한 신뢰도 지표를 사용하였다. 데이터 분석의 신뢰도를 평가하기 위해 Cohen의 카파(Cohen's Kappa)를 사용하였다. Cohen의 카파는 두 명의 연구자의 평가 간의 일치 정도를 측정하고 우연에 의한 일치를 고려하며, 0.6 이상이면 양호한 일치도로 간주한다[26]. 본 연구에서는 0.0~0.05까지의 값을 1수준, 0.05~0.1의 값을 2수준, 0.1~0.15의 값을 3수준, 0.15~0.2의 값을 4수준, 0.2 이상의 값을 5수준으로 나누어 측정하였다. 이를 도식화하면 Figure 1과 같다.

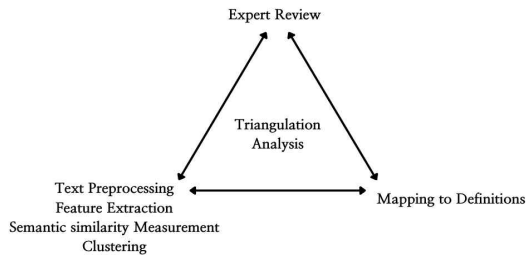


Figure 1. Triangulations Analysis of Classification Procedure

분류한 결과는 Table 5와 같으며, Table 2에서 제시한 각각의 문제해결 단계(A, B, C, D)에서 요구되는 협력적 문제해결력을 구성하는 세 가지 역량(1, 2, 3)과 코사인 유사도를 계산하였다.

컴퓨팅 사고력 역량은 크게 세 가지 요소와 매핑되었다. ‘탐색 및 이해’ 요소의 목표에 맞춰 문제를 해결하기 위한 협력적 상호작용의 유형 발견하기 활동은 .121의 가장 높은 매핑 결과를 보였으며 이는 효과적인 팀 기반 문제해결 전략을 설계하기 위해 컴퓨팅 사고력을 적용할 수 있다고 해석할 수 있다. ‘표현과 형

식화’ 요소 중 완료해야 하는 과제를 확인하고 기술하기는 .126의 유사성을 보였으며, 이는 문제해결을 위한 과제를 명확하게 정의하고 구조화하는 데 컴퓨팅 사고력을 활용할 수 있다는 것을 의미한다. ‘계획 수립과 실행’ 요소 중 계획 세우기는 .087의 유사성을 보였다. 이는 컴퓨팅 사고력을 사용하여 복잡한 문제를 해결하는 데 필요한 단계를 구조화하는 것이 중요하다는 것을 의미한다.

Table 5. CPS - Informatics Competencies Classification Mapping Results

Informatics Competencies	Components of CPS Skills	Mapped Subcategory	Cosine similarity	Cohen's κ
Computational Thinking	Exploration and Understanding	(A2)	.121	1.0
	Representation and Formalization	(B2)	.126	1.0
	Planning and Execution	(C2)	.087	1.0
Artificial Intelligence Literacy	Exploration and Understanding	(A1)	.033	1.0
	Representation and Formalization	(B1)	.052	1.0
	Planning and Execution	(C1)	.065	1.0
	Monitoring and Reflection	(D2)	.089	1.0
Digital Culture Literacy	Representation and Formalization	(B3)	.093	1.0
	Planning and Execution	(C3)	.087	1.0

인공지능 소양 역량은 네 가지 요소와 매핑되었다. 우선 ‘탐색 및 이해’ 요소에선 팀 구성원의 관점과 능력 발견하기가 .033의 유사성을 보였으며 이는 팀 구성원의 다양한 관점을 인공지능을 통해 이해하고 통합하는 것이 소양 함양에 도움이 된다는 것을 의미한다. ‘표현 및 형식화’ 요소 중 공유된 표현을 구성하고 문제의 의미를 협상하기 요소는 .052의 유사성을 보였으며 이는 인공지능을 활용하여 모든 팀 구성원이 이해할 수 있는 방식으로 문제의 범주를 개념화하고 정

의한다는 측면에서 매핑되었다고 할 수 있다. ‘계획 수립과 실행’ 요소 중 팀 구성원들과 실행할 수 있는 행동에 관해 의사소통하기 요소는 .065의 유사성을 보였으며 이는 인공지능 도구를 사용하여 복잡한 데이터 리터러시를 통해 실행 가능한 작업으로 변환하는 과정에서 참여자 간 의사소통이 중요함을 의미한다. ‘모니터링 및 반성’ 요소의 행동의 결과를 검토하고 문제 해결의 성공 여부를 평가하기는 .089의 유사성을 보여 인공지능 기반 문제해결 방안을 평가하고 그 영향과 윤리적 고려 사항을 실시간으로 평가할 수 있어야 함을 나타낸다. 디지털 문화 소양 역량은 두 가지 요소로 매핑되었다. 우선 ‘표현 및 형식화’ 요소 중 역할과 팀 조직 기술하기는 .093의 유사성을 보여 팀 협업 과정 중에 디지털 상호작용을 위한 규범과 윤리적 측면이 고려되어야 함을 나타내었다. ‘계획 수립과 실행’ 요소의 참여 규칙에 따르기는 .087의 유사성을 보였으며 이는 디지털 환경에서의 협업 규칙을 준수하는 것이 소양 함양에 중요하다는 것을 의미한다.

3.4 타 교과 역량 분류

정보 교과를 기반으로 타 교과들을 융합한 교육과정을 설계하기 위해선 각 교과에서 제시하는 역량을 자세히 분석하여 통합 접근의 아이디어를 얻는 것이 중요하다. 초등학교 교육과정에서 제시하는 총 10개의 과목 중 기초 소양(읽기, 쓰기, 셈하기)을 다루어 다른 교과의 기초가 되며 정보 교과에서 강조하는 논리적, 비판적 사고, 문제해결 능력, 의사소통 능력 등을 특히 강조하는 국어, 수학, 사회, 과학의 4과목에 대한 역량을 분석해 보았다.

3.4.1 국어과

국어과 2015 교육과정에서는 교과 역량으로 비판적·창의적 사고 역량, 자료·정보 활용 역량, 의사소통 역량, 공동체·대인관계 역량, 문화 향유 역량, 자기성찰·계발 역량 등 여섯 가지를 제시하고 있다.

첫째, 비판적·창의적 사고 역량은 ‘다양한 상황이나 자료, 담화, 글을 주제적인 관점에서 해석하고 평가하여 새롭고 독창적인 의미를 부여하거나 만드는 능력’으로, 둘째, 자료·정보 활용 역량은 ‘필요한 자료나 정보를 수집, 분석, 평가하고 이를 효과적으로 활용하여 의사를 결정하거나 문제를 해결하는 능력’으로 정의된다. 이 역량은 2022 개정 교육과정에서 디지털

다매체 시대로 변화한 언어 환경을 고려하여 ‘디지털·미디어 역량’으로 수정되었다. 셋째, ‘의사소통 역량’은 ‘음성 언어, 문자 언어, 기호와 매체 등을 활용하여 생각과 느낌, 경험을 표현하거나 이해하면서 의미를 구성하고, 자아와 타인, 세계의 관계를 점점·조정하는 능력’을 뜻하며, 넷째, 공동체·대인관계 역량은 ‘공동체의 가치와 공동체 구성원의 다양성을 존중하고 상호 협력하며 관계를 맺고 갈등을 조정하는 능력’을 의미한다. 다섯째, 문화 향유 역량은 ‘국어로 형성·계승되는 다양한 문화를 이해하고 그 아름다움과 가치를 내면화하여 수준 높은 문화를 향유·생산하는 능력’으로, 여섯째, 자기 성찰·계발 역량의 경우 ‘삶의 가치와 의미를 끊임없이 반성하고 탐색하며 변화하는 사회에서 필요한 재능과 자질을 계발하고 관리하는 능력’으로 정의한다[27,28].

3.4.2 수학과

2015 수학과 교육과정의 경우에도 교과 역량으로 문제해결, 추론, 창의·융합, 의사소통, 정보처리, 태도 및 실천의 여섯 가지를 제시한다.

첫째, 문제해결은 ‘해결 방법을 알고 있지 않은 문제 상황에서 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력’으로, 둘째, 추론은 ‘수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 능력’으로 정의된다. 셋째, 창의·융합은 ‘수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 정교화하며, 여러 수학적 지식, 기능, 경험을 연결하거나 타 교과나 실생활의 지식, 기능, 경험을 수학과 연결·융합하여 새로운 지식, 기능, 경험을 생성하고 문제를 해결하는 능력’을 뜻하며, 이 영역은 2022 수학과 개정 교육과정에서 ‘연결’이라는 역량으로 재개념화되었다. 연결 역량은 수학 개념, 원리, 법칙들을 실생활 및 여러 영역의 지식들과 연결 짓는 역량을 의미한다. 넷째, 의사소통은 ‘수학 지식이나 아이디어, 수학적 활동의 결과, 문제해결 과정, 신념과 태도 등을 말이나 글, 그림, 기호로 표현하고 다른 사람의 아이디어를 이해하는 능력’을 의미한다. 다섯째, 정보처리는 ‘다양한 자료와 정보를 수집, 정리, 분석, 활용하고 적절한 공학적 도구나 교구를 선택, 이용하여 자료와 정보를 효과적으로 처리하는 능력’으로, 여섯째, ‘태도 및 실천’은 수학의 가치를 인식하고 자주적 수학 학습 태도와 민주

시민 의식을 갖추어 실천하는 능력으로 정의하고 있다 [29,30].

3.4.3 사회과

2015 사회과 교육과정은 창의적 사고력, 비판적 사고력, 문제해결력 및 의사 결정력, 의사소통 및 협업 능력, 정보 활용 능력을 교과 역량으로 제시하고 있다.

첫째, 창의적 사고력은 ‘새롭고 가치 있는 아이디어를 생성하는 능력’을 의미하며, 둘째, 비판적 사고력은 ‘사태를 분석적으로 평가하는 능력’을 뜻한다. 셋째, 문제해결력 및 의사 결정력은 ‘다양한 사회적 문제를 해결하기 위해 합리적으로 결정하는 능력’으로, 넷째, 의사소통 및 협업 능력은 ‘자신의 견해를 분명하게 표현하고 타인과 효과적으로 상호작용 하는 능력’으로 정의된다. 다섯째, 정보 활용 능력의 경우 ‘다양한 자료와 테크놀로지를 활용하여 정보를 수집, 해석, 활용, 창조할 수 있는 능력’이다[31,32].

3.4.4 과학과

2015 과학과 교육과정에서는 교과 역량으로 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력을 제시하고 있다.

첫째, 과학적 사고력은 ‘과학적 주장과 증거의 관계를 탐색하는 과정에서 필요로 하는 사고’로 ‘합리적, 논리적 추론 능력, 추리 과정과 논증에 대해 비판적으로 고찰하는 능력’, ‘다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력’ 등이 포함된다. 둘째, 과학적 탐구 역량은 ‘과학 탐구 기능과 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력’, ‘과학적 사고력’ 등을 필요로 하는 역량으로, ‘과학적 문제해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를 수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는 능력’을 뜻한다. 셋째, 과학적 문제해결력의 경우 ‘과학적 지식과 과학적 사고를 활용하여 개인적 혹은 공적 문제를 해결하는 능력’으로, ‘과학적 사실, 원리, 개념 등의 지식을 생각해 내고 활용하며 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직하여 가능한 해결 방안을 제시하고 실행하는 능력’과 ‘문제해결에 대한 반성적 사고 능력’ 및 ‘문제해결 과정에서의 합리적 의사결정 능력’ 등을 포함하고 있다. 넷째, 과학적 의

사소통 역량은 ‘과학적 문제해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자기 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력’으로, ‘말, 글, 그림, 기호 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학기술정보를 이해하고 표현하는 능력’과 ‘증거에 근거하여 논증’ 하는 능력이 하위 요소를 이룬다. 다섯째, 과학적 참여와 평생 학습 능력은 ‘사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학 기술의 사회적 문제에 관한 관심을 가지고 의사결정에 참여하며 새로운 과학 기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 나가는 능력’을 뜻한다. 2022 개정 교육과정에서는 과학 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도가 복합적으로 발현되어 나타나는 총체적인 역량 함양을 목적으로 하기에 세부 역량을 제시하지 않고 ‘과학적 탐구와 문제해결 능력’과 ‘과학적 의사결정 능력’으로 포괄하여 제시하고 있다[33,34].

3.5 협력적 문제해결 역량 기반 타 교과 역량 분류

Table 6. CPS - Basic Literacy Subject Competencies Classification Results

Subject	Subject's Competencies	Mapped Subcategory	Cosine similarity	Cohen's α
Korean	Critical and Creative thinking	(A2)	.104	1.0
	Digital media	(C3)	.193	1.0
	Communication	(B1)	.097	1.0
	Community and Interpersonal	(C3)	.036	1.0
	Cultural Appreciation	(D1)	.116	1.0
	Self-reflection and Development	(A1)	.069	1.0
Mathematics	Problem Solving	(C2)	.165	1.0
	Reasoning	(A2)	.068	1.0
	Creativity and Integration	(A2)	.072	1.0
	Connection	(B3)	.039	1.0
	Communication	(B1)	.175	1.0
	Information Processing	(C1)	.104	1.0
Social Studies	Creative Thinking	(A2)	.114	1.0
	Critical Thinking	(A1)	.068	1.0
	Problem solving and Decision making	(C2)	.289	1.0
	Communication and Collaboration	(B3)	.102	1.0
	Information	(C1)	.077	1.0

	Utilization			
Science	Scientific thinking	(A2)	.055	1.0
	Scientific inquiry	(A1)	.037	1.0
	Scientific problem solving	(C2)	.076	1.0
	Scientific communication	(B1)	.213	1.0
	Scientific participation and Lifelong learning	(D3)	.101	1.0

앞서 제시한 교과별 역량의 정의를 OECD에서 제시한 협력적 문제해결력의 개념 정의 프레임워크(Table 2)의 각 요소로 분류한 결과는 Table 6과 같다.

3.5.1 국어과 역량 분류

국어 교과역량 중 비판적 창의적인 사고 역량은 '탐색 및 이해' 요소 중 목표에 맞춰 문제를 해결하기 위한 협력적 상호작용의 유형 발견하기(A2)와 .104의 유사성을 보였다. 이는 국어 교육에서 비판적이고 창의적인 사고를 통해 문제해결에 접근하는 방법을 강조하고 있음을 시사한다. 디지털 미디어 역량은 '계획 수립과 실행' 요소 중 참여 규칙에 따르기(C3)와 .193의 높은 유사성을 보였다. 이는 국어 교육에서 디지털 미디어 활용 능력을 중시하며, 규칙에 따라 협업하는 능력을 배양함을 의미한다. 의사소통 역량은 표현 및 형식화 요소 중 공유된 표현을 구성하고 문제의 의미를 협상하기(B1)와 .097의 유사성을 보였다. 이는 국어 교과가 의사소통 능력을 향상시키는 데 중점을 두고 있음을 나타낸다. 공동체 및 대인관계 역량은 '계획 수립과 실행' 요소 중 참여 규칙에 따르기(C3)와 .036의 유사성을 보였다. 이는 국어 교육에서 공동체와의 상호작용을 통해 규칙을 준수하는 태도를 기르는 것을 강조하고 있음을 의미한다. 문화 향유 역량은 '모니터링 및 반성' 요소 중 공유된 이해를 검토하고 수정하기(D1)와 .116의 유사성을 보였다. 이는 국어 교과가 학생들의 문화적 이해와 감수성을 높이는 데 기여함을 시사한다. 하지만 이 역량은 정보 교과 역량과 매칭되지 않기에 제외하기로 하였다. 자기 성찰 및 계획 역량은 '탐색 및 이해' 요소 중 팀 구성원의 관점과 능력 발견하기(A1)와 .069의 유사성을 보였다. 이는 국어 교육에서 학생들이 자기 성찰을 통해 발전할 수 있도록 돕는 것을 의미한다.

3.5.2 수학과 역량 분류

수학 교과역량 중 문제해결 역량은 '계획 수립과 실행' 요소 중 계획 세우기(C2)와 .165의 유사성을 보였다. 이는 수학 교육에서 문제해결을 위한 계획 수립 능력을 중시함을 의미한다. 추론 역량은 '탐색 및 이해' 요소 중 목표에 맞춰 문제를 해결하기 위한 협력적 상호작용의 유형 발견하기(A2)와 .068의 유사성을 보였다. 이는 수학에서 논리적 추론을 통해 문제를 해결하는 방법을 강조함을 나타낸다. 창의 융합 역량은 '탐색 및 이해' 요소 중 목표에 맞춰 문제를 해결하기 위한 협력적 상호작용의 유형 발견하기(A2)와 .072의 유사성을 보였다. 이는 수학에서 창의적 사고와 융합적 접근을 통해 문제를 해결하는 능력을 배양하는 것을 시사한다. 연결 역량은 표현 및 형식화 요소 중 역할과 팀 조직 기술하기(B3)와 .039의 유사성을 보였다. 이는 수학 교육에서 다양한 개념과 문제를 연결하는 능력을 강조함을 의미한다. 의사소통 역량은 표현 및 형식화 요소 중 공유된 표현을 구성하고 문제의 의미를 협상하기(B1)와 .175의 유사성을 보였다. 이는 수학에서 문제해결 과정에서의 의사소통 능력을 중시함을 나타낸다. 정보처리 역량은 '계획 수립과 실행' 요소 중 팀 구성원들과 실행할 수 있는 행동에 관해 의사소통하기(C1)와 .104의 유사성을 보였다. 이는 수학에서 정보처리 능력을 통해 문제를 해결하는 것을 중요하게 여김을 의미한다.

3.5.3 사회과 역량 분류

사회 교과역량 중 창의적 사고 역량은 '탐색 및 이해' 요소 중 목표에 맞춰 문제를 해결하기 위한 협력적 상호작용의 유형 발견하기(A2)와 .114의 유사성을 보였다. 이는 사회 교과가 창의적 사고를 통해 문제를 해결하는 방법을 강조함을 의미한다. 비판적 사고 역량은 '탐색 및 이해' 요소 중 팀 구성원의 관점과 능력 발견하기(A1)와 .068의 유사성을 보였다. 이는 사회 교과가 비판적 사고를 통해 다양한 관점을 이해하고 문제를 해결하는 것을 중시함을 나타낸다. 문제해결 및 의사결정 역량은 '계획 수립과 실행' 요소 중 계획 세우기(C2)와 .289의 높은 유사성을 보였다. 이는 사회 교과에서 문제해결과 의사결정을 위한 계획 수립 능력을 강조함을 의미한다. 의사소통 및 협업 역량은 표현 및 형식화 요소 중 역할과 팀 조직 기술하기(B3)와 .102의 유사성을 보였다. 이는 사회 교과가 의사소통과 협업 능

력을 향상시키는 데 중점을 두고 있음을 나타낸다. 정보 활용 역량은 '계획 수립과 실행' 요소 중 팀 구성원들과 실행할 수 있는 행동에 관해 의사소통하기(C1)와 .077의 유사성을 보였다. 이는 사회 교과에서 정보를 효과적으로 활용하는 능력을 중요하게 여김을 의미한다.

3.5.4 과학과 역량 분류

과학 교과의 역량 중 과학적 사고 역량은 '탐색 및 이해' 요소 중 목표에 맞춰 문제를 해결하기 위한 협력적 상호작용의 유형 발견하기(A2)와 .055의 유사성을 보였다. 이는 과학 교과가 과학적 사고를 통해 문제를 해결하는 방법을 강조함을 의미한다. 과학적 탐구 역량은 '탐색 및 이해' 요소 중 팀 구성원의 관점과 능력 발견하기(A1)와 .037의 유사성을 보였다. 이는 과학 교과가 과학적 탐구를 통해 다양한 관점을 이해하고 문제를 해결하는 것을 중시함을 나타낸다. 과학적 문제 해결 역량은 '계획 수립과 실행' 요소 중 계획 세우기(C2)와 .076의 유사성을 보였다. 이는 과학 교과에서 과학적 문제해결을 위한 계획 수립 능력을 강조함을 의미한다. 과학적 의사소통 역량은 표현 및 형식화 요소 중 공유된 표현을 구성하고 문제의 의미를 협상하기(B1)와 .213의 높은 유사성을 보였다. 이는 과학에서 문제 해결 과정에서의 의사소통 능력을 중시함을 나타낸다. 과학적 참여와 평생 학습 역량은 '모니터링 및 반성' 요소 중 팀 조직과 역할을 모니터링, 피드백 제공 및 수정하기(D3)와 .101의 유사성을 보였다. 이는 과학 교과가 학생들의 지속적인 학습과 참여를 촉진하는 데 기여함을 시사한다. 하지만 이 역량 또한 정보 교과와 협력적 문제해결력과 매핑된 역량에 해당되지 않기에 제외하였다.

4. 연구 결과 분석

협력적 문제해결력을 중심으로 정보 교과 기반 타 교과 융합 수업 모형의 효과성 검증을 위한 역량을 분석하기 위해 앞에서 분류된 정보 교과 역량의 개념을 중심으로 타 교과 역량 분류한 결과는 아래와 같다.

4.1 컴퓨팅 사고력 기반 타 교과 역량

컴퓨팅 사고력은 문제 분해, 패턴 인식, 추상화 및 알고리즘적 사고, 자동화를 포함하는 컴퓨팅 방법과 사고 프로세스를 사용하여 문제를 이해하고 해결하는 데 기초가 된다. 이는 코딩에만 관련한 역량이 아닌 여러 분야에 걸쳐 적용할 수 있는 사고 방식으로 문제를 해결하는 방법이다. 이러한 정의를 기반으로 교과별 관련 역량을 표로 나타내면 Table 7과 같다.

Table 7. CPS - Computational Thinking - Subject Competencies Classification Results

Informatics competencies	CPS elements	Subject	Subject' s competencies
Computational Thinking	(A2)	Korean	Critical and Creative thinking
			Reasoning
		Mathematics	Creativity and Integration
		Social Studies	Creative thinking
		Science	Scientific thinking
	(C2)	Mathematics	Problem-solving
		Social Studies	Problem solving and Decision making
		Science	Scientific problem solving

협력적 문제해결력의 '탐색 및 이해' 요소(A2)는 우선 국어과의 비판적, 창의적 사고 능력과 연계된다. 이는 다양한 상황이나 자료, 담화, 글을 주체적인 관점에서 해석하고 평가하여 새롭고 독창적인 의미를 부여하거나 만드는 능력으로 컴퓨팅 사고력의 분해, 패턴 인식, 추상화의 의미와 연결이 된다. 수학과와의 추론 역량은 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 능력으로, 이는 컴퓨팅 사고력의 추상화 및 패턴 인식 과정과 연계된다.

창의 융합 역량은 수학적 지식과 사고를 바탕으로 다양한 문제 상황에서 수학적 개념을 새롭고 독창적으로 적용하고, 다른 학문 분야와의 통합적인 접근을 통해 혁신적인 해결책을 모색하는 능력으로 컴퓨팅 사고력의 분해, 패턴 인식, 추상화 과정과 연계된다. 사회과의 창의적 사고 능력은 다양한 사회적 상황에서 창의적으로 사고하여 문제를 해결하는 능력이며 과학과의 과학적 사고 역량과 연계된다. 이들은 컴퓨팅 사고력의 추상화 및 디버깅 활동과 연계된다.

협력적 문제해결력의 '계획 수립 및 실행' 요소(C2)는 수학과와의 문제해결 역량과 연계된다. 이는 해결 방법을 알고 있지 않은 문제 상황에서 수학의 지식과

기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력이며 사회과의 문제해결 및 의사결정 능력과 과학과의 과학적 문제해결 역량과 비슷한 의미를 지닌다. 이들은 컴퓨팅 사고력의 알고리즘적 사고와 연계된다.

4.2 인공지능 소양 기반 다 교과 역량

인공지능 소양은 리터러시와 관련된 역량으로 윤리적 함의와 사용자 중심 인공지능 문제해결력을 통합하여 인공지능이 문제해결에 어떻게 사용될 수 있는지 이해하는 역량이다. 여기에는 데이터 활용 능력, 인공지능의 메커니즘 이해, 문제해결 맥락에서의 인공지능 도구 적용 등이 포함된다. 이러한 정의를 기반으로 각 교과별 관련 역량을 표로 나타내면 Table 8과 같다. 협력적 문제해결력의 '탐색 및 이해(A1)' 요소는 우선 국어과의 자기 성찰 및 계발 역량과 연계된다. 이는 인공지능을 통해 자기 성찰과 발전을 도모하는 데 기여할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 사회과의 비판적 사고 역량과도 연계된다. 이는 인공지능을 활용하여 다양한 관점을 이해하고 비판적 사고를 통해 문제를 해결하는 데 기여할 수 있음을 의미한다. 과학과의 과학적 탐구 역량 또한 이와 연계되는데, 과학적 탐구를 통해 얻은 데이터를 분석하고, 인공지능을 활용하여 새로운 통찰력을 얻는 데 기여할 수 있음을 의미한다.

협력적 문제해결력의 '표현 및 형식화(B1)' 요소는 우선 의사소통 역량, 수학과과의 의사소통 역량, 과학과의 과학적 의사소통 역량 등 의사소통과 관련한 역량과 연계된다. 이들은 인공지능을 활용하여 정보를 명확하게 전달함으로써 인해 의사소통의 효율성을 높일 수 있음을 의미한다.

협력적 문제해결력의 '계획 수립과 실행(C1)' 요소는 우선 수학과과의 정보처리 역량과 사회과의 정보 활용 역량, 과학과의 과학적 탐구 역량과 연계된다. 이는 인공지능 도구를 활용한 탐구를 통해 데이터를 분석 및 효과적으로 처리하고 해석하여 새로운 통찰력을 얻는 데 기여할 수 있음을 의미한다.

Table 8. CPS - Artificial Intelligence literacy - Subject Competencies Classification Results

Informatics competencies	CPS elements	Subject	Subject' s competencies
Artificial Intelligence literacy	(A1)	Korean	Self-reflection and Development

Informatics competencies	CPS elements	Subject	Subject' s competencies
		Social studies	Critical Thinking
		Science	Scientific Inquiry
		Korean	Communication
	(B1)	Mathematics	Communication
		Science	Scientific Communication
		Mathematics	Information processing
(C1)	Social studies	Information Utilization	

4.3 디지털 문화 소양 기반 다 교과 역량

디지털 문화 소양은 디지털 환경을 윤리적이고 효과적으로 탐색하는 것의 중요성을 강조한다. 여기에는 디지털 규범을 이해하고 온라인 및 디지털 도구를 활용하여 사회적, 문화적 소통에 참여하는 것이 포함된다. 이러한 정의를 기반으로 교과별 관련 역량을 표로 나타내면 Table 9와 같다. 협력적 문제해결력의 '표현 및 형식화(B3)' 요소는 우선 수학과과의 연결 역량 및 사회과의 의사소통 및 협업 능력과 연계된다. 이는 다양한 매체 등을 활용하여 다른 사람의 아이디어를 이해하고, 효과적으로 상호작용 하는 것을 의미하며, 의사소통의 범주보다는 협력에 보다 가중치를 둔 협력적 상호작용에 초점이 맞추어져 있다.

협력적 문제해결력의 '계획 수립과 실행(C3)' 요소는 국어과의 디지털 미디어 역량과 공동체 및 대인관계 역량과 연계된다. 이는 디지털 플랫폼에서 필요한 정보를 수집, 분석, 평가하고 이를 통해 의사결정 및 문제해결, 그리고 윤리적 사용 및 인식의 분야까지 다루는 역량으로 디지털 표현 및 이해와 관련된 역량이라고 할 수 있다.

Table 9. CPS - Digital Cultural literacy - Subject Competencies Classification Results

Informatics competencies	CPS elements	Subject	Subject' s competencies
Digital Cultural literacy	(B3)	Mathematics	Connection
		Social Studies	Communication and Collaboration
	(C3)	Korean	Digital media
			Community and Interpersonal

4.4 연구 결과 종합

지금까지 분류한 협력적 문제해결력 중심 정보 교과 역량 기반 학제 간 역량 분류는 Figure 2와 같이 도식화할 수 있다.

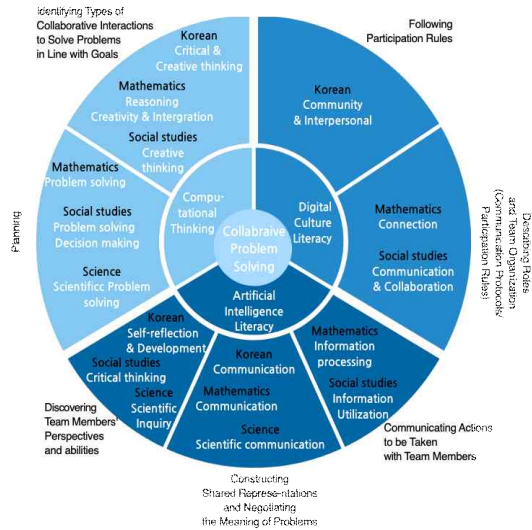


Figure 2. CPS - Informatics - Subject Competencies Classification Results

협력적 문제해결력 요소는 정보 교과의 컴퓨팅 사고력, 인공지능 소양, 디지털 문화 소양과 다양한 방식으로 연계된다. 정보 교과의 각 역량은 크게 국어, 수학, 사회, 과학 교과의 특정 역량과 연결되며, 통합적 교육 접근 시 다음과 같은 요소들이 중요함을 나타낸다.

첫째, 각 교과에서 강조하는 문제해결 역량은 협력적 문제해결력의 '계획 수립과 실행' 요소(C2)와 연계되어 있다. 이는 통합적 교육 접근 시 학생들이 복잡한 문제를 체계적으로 해결할 수 있는 능력을 기르도록 설계하는 것이 중요함을 의미한다.

둘째, 각 교과의 비판적 사고 및 창의적 사고 역량은 모두 협력적 문제해결력의 '탐색 및 이해' 요소(A2)와 연결된다. 이는 학생들이 다양한 문제 상황에서 창의적이고 비판적으로 사고할 수 있는 능력을 배양하는 데 기여할 수 있도록 교육적 접근을 해야 함을 의미한다.

셋째, 의사소통 및 협업 역량은 협력적 문제해결력의 표현 및 형식화 요소(B1)와 '계획 수립과 실행' 요소(C1)와 밀접하게 연계되어 있다. 이는 학생들이 효과적으로 의사소통하고 협업할 수 있는 능력을 키우는 것이 정보 교과 중심의 통합적 교육 접근에 중요한 요소

임을 나타낸다.

마지막으로 디지털 환경에서의 윤리적 사용 및 참여와 관련한 역량은 협력적 문제해결력의 표현 및 형식화 요소(B3)와 '계획 수립과 실행' 요소(C3)와 연결된다. 이는 통합적 교육 접근 시 학생들이 디지털 환경에서 윤리적이고 효과적으로 참여할 수 있도록 설계하는 것이 중요함을 나타낸다.

5. 논의 및 결론

본 연구는 2022 개정 교육과정 내 정보 교과를 중심으로 통합적 교육 접근 방식을 통한 위한 교과 역량 분석을 위해 세 가지 연구 문제를 상정하였고 연구 결과는 아래와 같다.

첫째, 본 연구에서 정의 기반으로 역량들을 분류하기 위해 텍스트 전처리를 통한 의미적 유사성을 측정하고 클러스터링한 후 전문가의 의견을 반영한 재매핑하는 방법을 사용하였다. 이 과정 중 Vectorization을 통해 텍스트를 벡터 모델로 변환하여 단어의 중요도를 평가하고, Cosine Similarity를 이용하여 다차원 공간에서 단어 간 유사성을 측정함으로써, 텍스트의 의미적 유사성을 정량적으로 분석할 수 있었다. 또한 데이터 기반의 접근 방식을 통해 주관적인 판단을 최소화하고, 객관적으로 텍스트를 분석하고 분류하여 연구 결과의 신뢰성을 높이고, 일관된 분석 결과를 도출할 수 있었다.

둘째, OECD에서 제시한 협력적 문제해결력의 12가지 정의 프레임워크를 기반으로 중요도와 유사도를 측정하였다. 그 결과 컴퓨팅 사고력은 문제해결을 위한 협력적 상호작용의 유형을 발견하는 요소와 문제해결을 위한 계획 수립 및 실행하는 요소로 분류되었으며 인공지능 소양은 팀 구성원의 관점과 능력을 발견하는 요소로, 공유된 표현을 구성하고 문제의 의미를 협의하여 형식화하는 요소, 팀 구성원들과 실행할 수 있는 행동에 대해 의사소통하는 요소로 분류되었다. 또한 디지털 문화 소양은 구성원의 역할과 팀 조직에 대해 기술하는 요소와 참여 규칙에 따르는 방법을 연구하는 요소로 분류되었다.

셋째, 협력적 문제해결력과 정보 교과의 역량을 기반으로 통합적 교육 접근을 위해 국어, 수학, 사회, 과학 교과에 대한 역량들의 정의를 분석하여 분류하였고, 이들의 정의에 대한 공통점을 분석한 결과 컴퓨팅 사고력 영역은 각 교과 내 분해, 패턴 인식, 추상화, 알고

리듬적 사고와 관련한 역량들이 인공지능 소양은 각 교과에 데이터 활용 능력, 인공지능 메커니즘의 이해, 문제해결 맥락에서의 인공지능 도구 적용과 관련한 역량들이, 디지털 문화 소양은 정보에 대한 평가 및 의사결정, 윤리적 사용 및 인식, 디지털 표현 및 이해, 협력적 상호작용과 관련한 역량들이 매핑되었다.

본 연구의 결과는 정보 교과와 다른 교과의 역량을 통합하여 보다 일관된 교육 프로그램을 개발하는 데 중요한 기초 자료를 제공한다. 특히, 데이터 기반의 접근 방식을 통해 연구 결과의 객관성을 높였다는 점에서 큰 의미가 있다. 하지만 본 연구에는 몇 가지 한계가 있습니다. 첫째, 분석하는 연구자에 따라 텍스트 전처리와 벡터화 과정에서 사용된 알고리즘과 매개변수가 결과에 영향을 미칠 수 있다. 둘째, 전문가 의견을 반영한 재매핑 과정에서 주관적 판단이 일부 개입될 가능성이 있다. 이러한 한계는 후속 연구에서 다양한 알고리즘과 방법론을 적용하여 보완할 필요가 있다.

본 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 연구가 후속으로 진행되기를 제안한다. 첫째, 통합적 교육 프로그램이 효과적으로 개발되기를 제안한다. 국어, 수학, 사회, 과학 교과의 역량과 정보 교과의 역량을 통합하는 교육 프로그램을 개발하여 학생들이 다양한 교과 지식을 융합적으로 활용할 수 있도록 교육 프로그램을 개발하여 학생들이 복잡한 문제를 다양한 관점에서 접근하고 해결할 수 있는 능력을 배양할 수 있기를 기대한다. 또한 협력적 문제해결력을 강화하기 위한 실생활 기반 프로젝트 형식의 교육 프로그램이 개발되기를 기대한다.

둘째, 핵심 역량 중심의 평가 방법이 함께 개발되기를 제안한다. 정보 교과의 핵심 역량을 중심으로 다른 교과의 교육과정을 통합적으로 재구성한 교육 프로그램 개발과 함께 역량 중심 평가 방법 또한 개발되어 협력적 문제해결력, 컴퓨팅 사고력, 인공지능 소양, 디지털 문화 소양과 관련한 역량들을 평가할 수 있는 다양한 평가 도구와 방법이 개발되기를 제안한다.

셋째, 진정한 교육 혁신 프로그램이 개발되기 위해서는 기존 연구와의 관련성을 고려하면서도 차별성을 두어야 한다. 예를 들어, OECD(2013)가 제시한 ‘Education at a Glance’ 보고서와 비교할 때, 본 연구는 특히 정보 교과와 다른 교과의 통합적 접근을 강조하였다[35]. 또한, 21세기 핵심 역량 프레임워크(2012)와의 연계성을 검토하였으며, 협력적 문제해결력과 같은 미래형 역량의 중요성을 반영하여 프로그램을 설계하고자 하였다[36]. 이러한 접근은 기존 연구들이

강조하지 않은 실제 문제 상황에서의 협력과 문제해결 과정을 중심으로 한 교육 모델을 개발하는 데 중점을 두고 있다. 특히, Table 10과 같이 리빙랩 교육 모델은 본 연구에서 강조된 사용자 참여와 혁신 활동을 학습 과정에 통합함으로써, 기존 교육 모델들과 차별화되는 실질적인 혁신을 추구한다[37-46]. 이러한 혁신 요소들을 함양한 프로그램을 더욱 체계적으로 기획하여 학생들이 실제 문제를 해결하는 과정을 통해 학습하며, 다양한 교과의 역량을 통합적으로 배양할 기회를 제공할 수 있기를 제안한다.

Table 10. Comparison of Living Lab with Other Innovation Models

Category	ICT Utilization	Open Innovation	User Participation	Public-Private Cooperation
Innovation Environment (Aydalot, 1986)	X	X	X	O
Industrial Cluster (Becattini, 1987)	X	O/X	X	X
Business Cluster (Porter, 1990)	X	O/X	X	O/X
Science Park (OECD, 1997; Cooke, 2001)	O/X	X	X	X
Business Ecosystem (Moore, 1996; Nachira et. al, 2007)	O/X	O/X	X	O/X
Research-Based Cluster (‘Triple Helix’ model)	O/X	X	X	O
Living Lab (Almirall & Wareham, 2008)	O	O	O	O

참고문헌

- [1] Paik, N., Ohn, J. (2014). The meaning of standards and performance in a competency-based curriculum. *The Journal of Curriculum Studies*, 32(4), 17-46.
- [2] Ministry of Education (2015). *2015 Revised Curriculum General Commentary*.
- [3] Ministry of Education. (2022). *Practical (Technology • Home Economics)/Information Department curriculum (Separate Volume 10)*. Ministry of Education Notification No. 2022-33.
- [4] Park, M., Park, S. (2022). The mediating effect of communication skills on the relationship between collaborative self-regulation, collaborative self-efficacy, team efficacy, and problem solving skills in university students learning community activities. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(11), 57-75. DOI: 10.22251/jlcci.2022.22.11.57
- [5] Cho, C., Lee, Y., Kim, H., Kim, Y. & Song, H. (2023). The Effect of Self-determination and Self-efficacy for Group Work on Problem-Solving Skills Mediated by Learning Engagement in Corporate Flipped Learning Environment. *Global Creative Leader*, 13(2), 133-165. DOI: 10.34226/gcl.2023.13.2.133
- [6] Jung, M. (2019). Mixed Methods Research on the Effects of Community Problem Solving Education on University Students. *Korean Journal of Thinking Development*, 13(3), 31-54. DOI: 10.51636/JOTD.2019.12.15.3.31
- [7] Van den Heuvel, R., Braun, S., de Bruin, M., & Daniëls, R. (2021). A closer look at living labs and higher education using a scoping review. *Technology Innovation Management Review*, 11(9/10). DOI: 10.22215/timreview/1463
- [8] Organisation de coopération et de développement économiques. (2017). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving*. OECD Publishing.
- [9] OECD. (2017a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. OECD Publishing.
- [10] Smeuninx, N., De Clerck, B., & Aerts, W. (2020). Measuring the readability of sustainability reports: A corpus-based analysis through standard formulae and NLP. *International Journal of Business Communication*, 57(1), 52-85. DOI: 10.1177/2329488416675456
- [11] Jatnika, D., Bijaksana, M. A., & Suryani, A. A. (2019). Word2vec model analysis for semantic similarities in english words. *Procedia Computer Science*, 157, 160-167. DOI: 10.1016/j.procs.2019.08.153
- [12] Kim, S. (2023). *The Development and Application of a Data Set Library for K-12 Artificial Intelligence Education Based on Synthetic Data Set Generation Techniques*. Doctoral dissertation, Korea National University of Education.
- [13] Pourpanah, F., Abdar, M., Luo, Y., Zhou, X., Wang, R., Lim, C. P., & Wu, Q. J. (2022). A review of generalized zero-shot learning methods. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 45(4), 4051-4070. DOI: 10.48550/arXiv.2011.08641
- [14] Hwang, S. (2013). Construction of Hierarchical Classification of User Tags using WordNet-based Formal Concept Analysis. *Journal of the Korea society of computer and information*, 18(10), 149-161. DOI: 10.9708/jksci.2013.18.10.149
- [15] Kim, T. (2021). *Learning and Analysis of Neural Sentence Representations Using Syntax*. Doctoral dissertation. Seoul National University.
- [16] Huang, A. (2008, April). Similarity measures for text document clustering. *In Proceedings of the sixth new zealand computer science research student conference (NZCSRSC2008), Christchurch, New Zealand*, 4, 9-56.
- [17] Salton, G. (1983). *Introduction to modern information retrieval*. McGraw-Hill.
- [18] Singhal, A. (2001). Modern information retrieval: A brief overview. *IEEE Data Eng. Bull.*, 24(4), 35-43.
- [19] Murtagh, F., & Contreras, P. (2012). Algorithms for hierarchical clustering: an overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2(1), 86-97. DOI: 10.1002/widm.53
- [20] Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., & Friedman, J. H. (2009). *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction (Vol. 2)*. New York: springer.
- [21] Ward Jr, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American statistical association*, 58(301), 236-244. DOI: 10.2307/2282967
- [22] Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Routledge. DOI: 10.4324/9781315134543
- [23] Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. *Health Services Research*, 34(5 Pt 2), 1189-1208.
- [24] Triangulation, D. S. (2014, September). The use of tri-

angulation in qualitative research. *In Oncol Nurs Forum*, 41(5), 545-547. DOI: 10.1188/14.ONF.545-547

[25] Heale, R., & Forbes, D. (2013). Understanding triangulation in research. *Evidence-based nursing*, 16(4), 98-98. DOI: 10.1136/eb-2013-101494

[26] Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, 20(1), 37-46. DOI: 10.1177/001316446002000104

[27] Ministry of Education. (2015). *Korean language curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2015-74 [Booklet 5]

[28] Ministry of Education. (2022). *Korean language curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2022-33 [Booklet 5].

[29] Ministry of Education. (2015). *Mathematics curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2015-74 [Booklet 8].

[30] Ministry of Education. (2022). *Mathematics curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2022-33 [Booklet 8].

[31] Ministry of Education. (2015). *Social studies curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2015-74 [Booklet 7].

[32] Ministry of Education. (2022). *Social studies curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2022-33 [Booklet 7].

[33] Ministry of Education. (2015). *Science curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2015-74 [Booklet 9].

[34] Ministry of Education. (2022f). *Science curriculum*. Ministry of Education Notice No. 2022-33 [Booklet 9].

[35] OECD (2013). *Education at a Glance 2013: OECD Indicators*. OECD Publishing, Paris.

[36] Allen, J. P., & Van der Velden, R. K. W. (2012). *Skills for the 21st century: Implications for education*.

[37] Molinari, F. (2011, September). *Living labs as multi-stakeholder platforms for the egovernance of innovation*. In Proceedings of the 5th international conference on theory and practice of electronic governance. 131-140. DOI: 10.1145/2072069.2072092

[38] Aydalot, P., & Groupe de recherche européen sur les milieux innovateurs. Colloque (1986: Paris). (1986). *Milieux innovateurs en Europe*. Gremi.

[39] Becattini, G. (1987). *Introduzione*. Il distretto industriale marshalliano: cronaca di un ritrovamento. Becattini, G.(1987a), 7-34.

[40] Porter Michael, E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 68(2), 73-93.

[41] OECD (1997), *Technology Incubators: Nurturing Small Firms*. Working Group on Innovation and Technology Policy, Paris, Organization for Economic Cooperation and Development

[42] Cooke, P. (2002). *Knowledge economies: Clusters,*

learning and cooperative advantage. Routledge.

[43] Moore, J (1996). *The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems*. Harvard Business School Press.

[44] Nachira, F., Dini, P., & Nicolai, A. (2007). A network of digital business ecosystems for Europe: roots, processes and perspectives. *European Commission, Bruxelles, Introductory Paper, 106*, 1-20.

[45] Etkowitz, H. (2003). Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations. *Social science information*, 42(3), 293-337. DOI : 10.1016/j.socscimed.2021.114523.

[46] Almirall, E., & Wareham, J. (2008). Living Labs and Open Innovation: Roles and Applicability. *The Electronic Journal for Virtual Organizations and Networks*, 10, 21-46.



손 정 명

2011년 청주교육대학교
컴퓨터교육과(교육학사)
2019년 청주교육대학교 교육대학원
초등정보로봇교육전공
(교육학석사)

2020년 ~ 2023 한국교원대학교 대학원 초등컴퓨터교육전공
박사수료

관심분야: 리빙랩, 교수설계, 데이터 과학, 인공지능 교육, 로봇
교육

E-Mail: caprison11@gmail.com



김 태 영

1985년 한양대학교 산업공학과(공학사)
1990년 Texas A&M University Computer
Science(M.S.)
1994년 Texas A&M University Computer
Science(Ph.D)

1994년 ~ 현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: 컴퓨터교육, 데이터베이스, 프로그래밍

E-Mail: tykim@knue.ac.kr