

텍스트 마이닝을 활용한 AI융합 과학교육 연구 동향 분석

이주영[†]

Analysis of the AI Convergence Science Education Research Trends Using Text Mining

Lee, Ju-Young[†]

국문 초록

본 연구의 목적은 인공지능과 과학교육에 초점을 두고 연구된 연구의 동향을 분석하여 중요한 이슈와 주제, 연구의 흐름과 경향성을 도출하는 것이다. AI융합 과학교육 연구 동향 분석은 인공지능과 연계한 과학교육 관련 인식, 연구 동향, 교육프로그램을 설계, 개발, 적용한 문헌 83편을 대상으로 하였고, 학술연구정보서비스(RISS)를 활용하여 분석 자료를 수집하였다. 수집한 데이터는 엑셀과 텍스트를 활용하여 정제작업을 수행하고 빈도 분석과 키워드 네트워크 분석을 통해 주요 키워드를 파악하여 분석하고 시각화하였다. CONCOR 분석을 활용하여 키워드의 연결 중심성을 확인하였다. 연구 결과로 AI융합 과학교육 연구는 양적 질적 측면에서 확대되고 있고, 주요 키워드로 'AI', 'AI융합교육', 'AI융합과학교육', 'AI교육', '과학교육', '과학', '머신러닝', '초등', '생성형 AI', '교육프로그램'을 확인하였다. 연결 중심성 분석과 CONCOR 분석을 통해 AI융합 과학교육의 '용어', '내용과 방법', '초등', '데이터'를 중심으로 군집이 형성되어 있음을 확인하였다. 연구 결과를 바탕으로 과학 교과에 인공지능을 연계하고 융합하는 연구의 주요 주제 및 흐름을 도출하였고 이를 바탕으로 시사점 및 후속 연구의 방향을 논의하였다.

주제어: 과학교육, AI 교육, AI융합교육, 연구 동향 분석, 텍스트 마이닝

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the trends of research focusing on artificial intelligence and the science education and derive important problems, topics, and research trends. The analysis of the AI convergence science education research trends targeted 83 articles on the awareness of artificial intelligence, research trends, design, development, and application of the education programs related to artificial intelligence. The analysis data was collected through the RISS. The collected data was refined using Excel and Textom, and the main keywords were identified and analyzed through the frequency analysis and keyword network analysis. The connection centrality of the keywords was confirmed using the CONCOR analysis. The research results showed that the AI convergence science education research was expanding in both quantitative and qualitative aspects, and that the main keywords were identified as 'AI,' 'AI convergence education,' 'AI convergence science education,' 'AI education,' 'science education,' 'science,' 'machine learning,' 'elementary school,' 'generative AI,' and 'educational program.' Through the connection centrality analysis and CONCOR analysis, it was confirmed that the clusters were formed around the 'naming,' 'content and method,' 'elementary,' and 'data' in the AI integrated science education. Based on the results, the main topics and trends of the research integrating artificial intelligence into the science subjects were derived and the implications and directions for follow-up research were set forth.

Key words: science education, AI education, AI convergence education, research trend analysis, keyword network analysis

I. 서론

4차 산업혁명으로 사회가 빠르게 변화하는 가운데 인공지능은 교육 패러다임을 빠르게 변화시키고 있다. 인공지능이 교육을 완전히 변화시킬 뿐만 아니라 학습 방법, 도구, 환경, 그리고 교사 양성에 혁명적인 변화가 있을 것이라고 예상하였다(UNESCO, 2019). 전 세계적으로 ‘인공지능 시대’를 살아가고 있는 가운데, 여러 국가들은 빠르게 교육 분야에 인공지능을 도입하고 있다.

우리나라에서도 AI 활성화를 위한 국가적 전략으로 ‘AI 인재 양성 및 전 국민 교육’을 목표로 하여 ‘초·중등 소프트웨어(SW) 및 AI 필수 교육’, ‘전 국민의 AI 평생 교육’ 전략을 제안하였고, 관련하여 초·중등학교 교원 양성과 임용 과정에서 AI와 SW와 관련 교과목을 이수할 수 있도록 지원하는 방안 등을 제시(교육부, 2020)하였다. 이를 통해 교육 현장에서 인공지능은 정보 교과를 기초로 ‘모든 교과’의 교육 과정, 교수·학습 방법과 내용, 평가에 있어 큰 변화를 일으키고 있고 인공지능 리터러시는 미래 시대를 살아감에 있어 갖추어야 할 필수 역량이 되었다.

국내 정책과 교육과정은 모두를 위한 맞춤 교육과 인공지능과 교과의 연계 및 융합을 강조하여(교육부, 2023) 인공지능의 교육적 활용이 교과 교육과의 연계와 융합을 통해 이루어진다는 것을 핵심 요소로 보고 있으며 이와 관련한 교수 학습의 형태 전반을 AI 융합교육으로 지칭하고 있다(전용주, 2020; 최숙영, 2023). 국내 교과 교육에서 AI의 개념과 원리, AI를 활용한 교육은 정보 교과를 중심으로 영어, 수학, 사회 교과에서 활발히 이루어지고 있고, 과학 교과에서도 AI 적용 및 융합 방안에 대해 연구된 바가 있다(신원섭과 신동훈, 2020).

AI융합교육이 여러 교과에서 다양한 형태로 활성화하는 가운데, 과학 교과와 관련하여 현재까지 이루어진 AI융합교육에 관한 연구 현황과 흐름을 점검하고 추후 이루어져야 할 연구의 방향성을 생각해 볼 필요가 있다. 과학 교과의 경우, 인공지능과 연계한 연구도 타 교과에 비해 부족한 실정이고(신동조, 2020) 연구되고 있는 사례 또한 AI 교육플랫폼 활용 중심 또는 교과 주제 중심의 세부적인 프로그램 개발과 적용, 학생과 교원의 인식 조사를 통한 교육 방향 제시 등이 주를 이루고 있다(이주영, 2022). 이처럼 현재의

연구들은 개괄적인 측면에서의 AI와 과학교육의 연계, 필요성에 대해 분석하기보다는 개별 연구와 프로그램에 대한 부분적인 분석과 결과를 보여준다는 한계점을 가진다. 즉, 각각의 연구 결과를 통해 인공지능과 연계하여 이루어지고 있는 과학교육 현황에 대한 국소적인 이해는 가능하지만 큰 틀에서 연구 및 프로그램들이 어떠한 흐름과 내용으로 개발되고 적용되고 있는지에 대한 전체적인 모습을 파악하고 이해하기에는 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 거시적이고 통합적인 분석을 위해 연구 전반에서 의미를 가지는 키워드를 추출하고 키워드 간 연관 관계를 파악하여 그 의미를 분석하는 내용 분석 방법(이수상, 2018)인 텍스트 마이닝을 활용하여 인공지능에 초점을 둔 과학교육 연구 및 프로그램들의 연구 동향 분석을 제안하고자 한다. 국내 AI융합 과학교육 연구의 동향을 구체적으로 검토하고 지금까지 연구들이 AI융합 과학교육의 어떤 요소에 초점을 맞추었는지 알아보하고자 한다. 이를 위해 AI융합 과학교육 연구 전반 및 개발·적용된 교육프로그램에서의 중요한 이슈와 주제, 키워드 등을 확인하여 의미를 분석하고 AI융합 과학교육 분야의 연구에 반영된 경향성과 시사점을 발견하고자 한다. 이를 기반으로 중요성에 비해 연구가 부족한 주제나 연구의 제한점 등을 파악하여 AI융합 과학교육의 향후 연구 방향에 대해 논의하고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 분석 대상 선정 및 수집

본 연구의 대상은 인공지능과 연계하여 과학교육 연구를 진행하거나, 교육프로그램을 ‘개발’, ‘설계’, ‘적용’한 문헌을 대상으로 하였고 학술연구정보서비스(RISS)를 활용하여 분석 자료를 수집하였다. 자료 수집을 위해 ‘AI+과학교육’, ‘AI융합+과학교육’, ‘AI+과학교육 프로그램’, ‘AI+과학 수업’ 등으로 검색하였다. 2024년 5월을 기준으로 총 98편의 국내 학술논문과 학위논문을 수집하였다. 문헌 분석 연구에서 ‘분석 대상 논문 선정’은 중요한 과정으로 관련 문헌을 선별하고 분류하는 작업이 요구된다(박상완, 2014). 문헌 분석의 질적 수준을 확보하기 위해 1차적으로 연구자가 98편의 논문을 개별적으로 확인하여 중복된 논문을 확인하고, 주제와의 연관성 및 내용 적절

성을 확인하는 절차를 거쳐 부적절하거나 관련성이 낮은 논문을 제외하였다. 2차로 컴퓨터교육 전공 박사학위 또는 AI융합교육 전공 석사학위를 소지하고 AI융합교육 관련 경력을 3년 이상 가지고 있는 AI융합교육 전문가 3인에게 의견 공유 및 확인의 과정을 거쳐 최종적으로 83편의 논문을 분석 자료로 선정하였다.

2. 분석 절차 및 방법

1) 자료 분석 절차

본 연구에서는 분석 대상 문헌을 선정한 뒤, 해당 논문의 게재 연도를 파악하고 키워드 네트워크 분석을 수행하여 AI융합 과학교육 관련 키워드를 도출하고 주요 키워드 사이의 연결 중심성과 군집을 확인하고자 하였다. 분석 절차를 차례로 기술하면 Table 1과 같다.

첫째, 본 연구에서는 인공지능과 연계하여 연구된 과학교육 연구 중 국내 KCI 등재(후보)지에 게재된 논문, 학위논문을 수집하였고, 최종 분석 논문으로 83편이 선정되었다.

둘째, 분석 키워드는 논문 제목과 논문 초록에 제시되어있는 주제어를 연구자가 엑셀로 코딩하고 텍스트를 이용하여 키워드를 도출하고 이를 분석하였다.

셋째, 데이터 정제를 위해 연구자가 코딩한 데이터를 텍스트 형태소 정제 과정을 통해 정제하고 연구자가 추가로 확인하며 재정제하였다. 키워드의 통일성을 확보하고 정확도를 높이기 위해 국·영문 및 띄어쓰기 정리, 조사 삭제, 복합어 정리, 동일·유사 용어

통일 등 정제작업을 수행하였다. 예를 들어 ‘인공지능’, ‘Artificial Intelligence’ 등의 단어를 ‘AI’로 ‘AI교과 융합교육’, ‘AI융복합교육’, ‘AI기반 융합교육’을 ‘AI융합교육’으로 통일하는 과정 등을 수행하였다. 또한 영문은 국문으로 정제하였고 띄어쓰기를 조정하여 분석할 키워드의 정확성과 통일성을 확보하고자 하였다.

넷째, 정제작업을 마친 자료를 이용하여 텍스트의 TF, TF-IDF, N-gram을 통해 텍스트 마이닝을 수행하여 주요 키워드를 파악하고 분석하였다.

다섯째, CONCOR 군집 분석을 활용하여 주요 키워드의 연결 중심성을 확인하고 이를 분석하였다.

2) 자료 분석 방법

본 연구에서 자료의 분석은 데이터 분석 사이트인 텍스트를 이용하였다. 텍스트는 국내외의 주요 포털 검색 사이트의 데이터를 수집하여 다양한 분석을 수행(이은상, 2023)하는 웹 기반 플랫폼이다. 이 사이트는 기존 파이선이나 R을 이용하여 데이터를 분석하는 것보다 직관적이고, 편리하게 데이터의 수집 및 정제작업을 처리해 준다. 이에 다양한 분야의 연구에서 텍스트를 이용하여 텍스트 마이닝 및 데이터 분석 연구를 수행하고 있다.

텍스트 마이닝은 사회과학 연구 분야에서 나타날 수 있는 연구자 중심의 연구 내용 분석의 한계점을 극복하기 위해 텍스트 데이터를 과학적인 방법으로 분석하는 방법이다(홍승희 등, 2022). 연구의 주제와 동향을 다양한 측면으로 확인할 수 있다는 강점이 있어 연구 동향 분석 및 그 경향성을 종합하여 시사점

Table 1. Analysis procedure

절차	방법
연구 자료 수집 및 선별	1차 분석 자료: 국내학술논문 98편 수집 - 주제어: AI융합+과학교육, AI+과학교육 프로그램, AI+과학 수업 등 - 발행연도: 2017~2024년 5월 - KCI 등재(후보)지, 학위논문
키워드 네트워크 분석	최종 분석 자료: 국내 학술논문 및 학위논문 83편 수집 - 중복 논문 제외 - 주제 및 내용에 대한 적절성 확인 키워드 정제 - 유사 단어 의미 분석하여 공통된 단어로 정리 및 띄어쓰기 통일 - 단어가 사용되는 문맥을 파악한 후 복합명사 정제 주요 키워드 빈도분석 및 동출현 빈도분석
의미연결망 분석	빈도 기준 상위 20개 키워드를 대상으로 의미연결망 분석, I-mode 매트릭스, CONCOR 분석

을 얻는데 적절하게 활용할 수 있다. 즉, 텍스트 마이닝은 유사한 키워드로 연구되는 논문들의 연구 흐름을 객관적이고 과학적으로 파악하는 방법으로 인정받고 있고 그 결과를 시각화하여 직관적이고 통합적으로 보여준다. 텍스트 마이닝을 활용할 때 연구자는 분석 대상에 대한 충분한 지식을 가지고 텍스트의 주제와 관련된 키워드 중심으로 정제해 가는 작업을 수행한다. 이러한 작업을 통해 텍스트 데이터로부터 연계성을 파악하거나 데이터 사이의 숨겨진 의미를 발견할 수 있다. 키워드 네트워크의 키워드는 연구의 목적과 주제를 대표하고 가장 잘 표현할 수 있는 단어를 선정하여 제시한 핵심어이므로 문헌을 요약하고 분석할 수 있는 좋은 분석 단위 역할을 한다(김용학, 2011). 키워드를 중심으로 한 네트워크 분석의 장점은 키워드를 숫자로 변환하지 않고 있는 그대로 활용하면서 키워드 간의 관계를 정량화하기 때문에 정량적 분석과 정성적 분석의 장점을 모두 가지고 있다는 것이다.

본 연구에서는 텍스트 마이닝을 위한 사전 데이터 정제작업으로 유사한 단어들을 통합하여 공통된 단어로 정리하고 띄어쓰기를 통일하였다. 또한 복합명사의 경우에는 문맥을 확인하여 분리하거나 그대로 두어 데이터를 정제하였다. 키워드의 정확도를 높이고 통일성을 확보하기 위해 띄어쓰기 정리, 조사 삭

제, 동일·유사 용어 통일 등 정제작업을 수행하였다. 예를 들어 ‘인공지능’, ‘Artificial Intelligence’ 등의 단어를 ‘AI’로 통일하고, ‘AI에 대한 태도’, ‘교사의 인식’ 등의 조사를 삭제하는 과정 등을 수행하였다. 또한 영문은 국문으로 정제하였고 띄어쓰기를 조정하여 키워드의 정확성과 통일성을 확보하고자 하였다(Table 2).

정제된 텍스트를 텍스트에 업로드하면 사이트에서는 텍스트의 빈도분석, TF-IDF 분석, N-gram 분석 등을 통해 키워드의 출현 빈도 등의 기술적 분석 결과와 키워드 간의 연결 네트워크에 대한 분석 결과를 제시해 준다. 키워드의 빈도분석을 통해서 정제하여 업로드한 키워드들의 전체 출현 빈도를 나타내어 어떤 키워드가 가장 많이 나타났는지를 확인할 수 있다. 또 TF-IDF 분석을 통해서 주요 키워드의 중요성을 가중치로 나타내고 이를 통해 실질적으로 중요성을 가지는 키워드를 파악할 수 있다. N-gram 분석은 주제 키워드와 연관 키워드 간의 동시 출현 빈도 및 밀집한 정도를 분석할 수 있는데, 이를 기반으로 주요 키워드가 어떤 키워드와 많이 연결되었는지 확인할 수 있다. 의미연결망 분석은 비정형 텍스트 자료에서 자주 출현하는 핵심 키워드가 몇 번 동시 출현(co-occurrence)하는가를 파악하여 제시함으로써 핵심 키워드 간의 관계 패턴과 구조를 파악하도록 해준

Table 2. Keyword refinement

기준	정제 전	정제 후
국·영문 정리	인공지능	AI
	소프트웨어교육	SW교육
	Python	파이선
띄어쓰기 정리	과학 교육	과학교육
	컴퓨팅 사고력	컴퓨팅사고력
	창의적 문제해결력	창의적문제해결력
	데이터 과학, 데이터 리터러시	데이터과학, 데이터리터러시
조사 삭제, 복합어 정리	과학독서에 대한 태도	과학독서태도
	AI에 대한 태도	AI태도
	교사의 인식	교사인식
동일·유사 의미 통합	모델의 성능평가	모델성능평가
	AI교과융합교육, AI융복합교육, AI기반교육	AI융합교육
	융합과학교육, 과학융합교육, 과학·AI교육, AI-Science education 과학-AI융합교육, 화학-AI 융합교육, AI과학교육, AI과학융합교육, 과학과 AI융합교육	AI융합 과학교육
	교수 학습 프로그램, 프로그램	교육프로그램
	챗GPT, chatgpt	ChatGPT

다(김선연과 조규락, 2020). 키워드의 연결 중앙성 지수와 군집분석 지도를 도출하여 특징을 분석하였는데, 이때 연결 중앙성 지수는 다른 키워드와 직접 연결된 정도를 의미한다.

III. 연구 결과 및 논의

1. AI융합 과학교육 연구 논문 키워드 텍스트 마이닝

1) 연도별 논문 발행 현황

본 연구에서 수집한 83편의 AI융합 과학교육 논문 발행 현황은 2017년을 기준으로 빅데이터 시대 과학 교육, 데이터를 활용한 과학 글쓰기, 데이터 리터러시 함양 등 과학 교과와 데이터에 관한 학습에 대한 연구들에서 점차 교육프로그램의 종류 및 적용 대상, 영역의 확대가 이루어졌다. 교육프로그램은 대체로 머신러닝 플랫폼을 기반으로 과학 교과의 학습 내용을 인공지능 교육플랫폼을 활용하여 새로운 방식으로 접근하기 위해 엔트리, 티처블머신 등을 활용하고 있었다. 이를 기반으로 블록코딩과 로봇 교육을 과학 교과 내용과 연계하여 학습할 수 있도록 교수 학습 사례를 제안하는 등 연구의 내용과 영역 측면에서 점차 다양화되고 그 양이 증가하는 추세를 보이고 있다. 이어서 2023년 30편, 2024년 5월까지 발행된 논

Table 3. Issuance status by year

연도	2017-2020	2021	2022	2023	2024.5
논문 수	10	9	16	30	18

문은 18편으로 AI융합 과학교육 연구의 내용 및 연구의 양적 확대가 이루어지고 있음을 확인할 수 있다 (Table 3).

2) 키워드 빈도분석 결과

총 83편의 논문에서 269개의 키워드를 추출되었고 이를 대상으로 빈도분석을 실시한 결과를 Table 4와 워드 클라우드로 제시하였다(Fig. 1).

키워드 출현 빈도에서 상위 10개는 ‘AI’, ‘AI융합 교육’, ‘AI융합과학교육’, ‘AI교육’, ‘과학교육’, ‘과학’, ‘머신러닝’, ‘초등’, ‘생성형 AI’, ‘교육프로그램’ 순서로 나타났다. AI와 과학의 융합을 지칭하고자 하는 용어들이 연구자들마다 다양한 형태로 제시되어 관련 용어들을 통합하여 코딩한 키워드들이 상위 키워드로 제시되고 있음을 확인할 수 있다. 다음으로는 ‘STEAM교육’, ‘과학교과’, ‘융합교육’, ‘챗봇’, ‘초등 과학교육’, ‘데이터과학교육’, ‘2022개정교육과정’, ‘ChatGPT’, ‘데이터과학’, ‘과학공정경험’, ‘정보’ 키워드가 제시되었다. ‘로봇활용교육’, ‘데이터사이언스’, ‘파이선’, ‘AI활용교육’, ‘AI융합’, ‘창의적문제 해결력’, ‘수학’, ‘빅데이터’, ‘컴퓨팅사고력’이 확인

Table 4. Results of keyword appearance frequency analysis

순위	키워드	빈도	비율	순위	키워드	빈도	비율
1	AI	27	5.908	16	데이터과학교육	4	0.875
2	AI융합교육	18	3.939	17	2022개정교육과정	4	0.875
3	AI융합과학교육	15	3.282	18	ChatGPT	4	0.875
4	AI교육	11	2.407	19	데이터과학	4	0.875
5	과학교육	11	2.407	20	과학공정경험	4	0.875
6	과학	9	1.969	21	정보	4	0.875
7	머신러닝	7	1.532	22	로봇활용교육	3	0.656
8	초등	6	1.313	23	데이터사이언스	3	0.656
9	생성형AI	6	1.313	24	파이선	3	0.656
10	교육프로그램	6	1.313	25	AI활용교육	3	0.656
11	STEAM교육	5	1.094	26	AI융합	3	0.656
12	과학교과	5	1.094	27	창의적문제해결력	3	0.656
13	융합교육	5	1.094	28	수학	3	0.656
14	챗봇	5	1.094	29	빅데이터	3	0.656
15	초등과학교육	5	1.094	30	컴퓨팅사고력	2	0.438

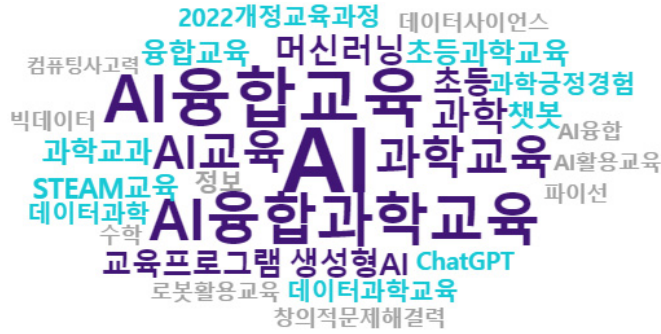


Fig. 1. Word cloud of keyword appearance frequency analysis

되었다. 키워드 중 데이터와 관련된 키워드를 확인할 수 있는데 이는 과학 교과에서 인공지능과 연계 융합할 때 데이터의 필요성과 중요성이 주요 연구 주제로 활용되고 있기 때문이라고 판단된다. 또한 ‘ChatGPT’, ‘로봇’, ‘파이선’ 등 과학 교육에 적용가능한 AI도구들도 비교적 높은 빈도로 제시되고 있음을 확인할 수 있다. 또한 ‘과학공정경험’, ‘창의적문제해결력’, ‘컴퓨팅사고력’ 등이 AI융합 과학교육의 기대되는 교육적 효과로서 연구되고 있음을 확인할 수 있다.

3) TF-IDF 및 N-gram 분석

출현 빈도가 높은 키워드는 포함된 문헌 내에서 중요도가 높은 것으로 분석될 가능성이 높다. 이를 보완하기 위한 방법으로 TF-IDF 가중치 분석을 사

용하면, 자료에서 키워드의 출현 빈도가 높아 핵심 단어로 선정되는 오류를 보완할 수 있다(최진혁 등, 2021). 키워드 가중치 결과의 상위 10개는 ‘AI’, ‘AI융합교육’, ‘AI융합과학교육’, ‘AI교육’, ‘과학교육’, ‘과학’, ‘머신러닝’, ‘교육프로그램’, ‘생성형 AI’, ‘초등’ 순서로 나타났다.

빈도분석과 비교하여 가중치가 높은 키워드는 ‘초등’, ‘교육프로그램’, ‘과학공정경험’, ‘정보’, ‘테크놀로지’ 등으로 확인되었다. 빈도분석에서 나타난 키워드가 대부분 포함되었으나 그 순위에는 차이가 있음을 확인할 수 있다(Table 5).

하나의 키워드만으로 결과를 해석하는 것은 한계가 있기 때문에 키워드 간의 밀접한 정도를 확인하기 위하여 공출현 빈도를 살펴보는 N-gram 분석을 진행

Table 5. Results of TF-IDF analysis

순위	키워드	TF-IDF	DF	IDF	순위	키워드	TF-IDF	DF	IDF
1	AI	31	26	1.161	16	정보	12	4	3.033
2	AI융합교육	27	18	1.528	17	과학공정경험	12	4	3.033
3	AI융합과학교육	25	15	1.711	18	데이터과학	12	4	3.033
4	AI교육	23	10	2.116	19	ChatGPT	12	4	3.033
5	과학교육	22	11	2.021	20	2022개정교육과정	12	4	3.033
6	과학	19	9	2.222	21	데이터과학교육	12	4	3.033
7	머신러닝	18	6	2.627	22	데이터사이언스	11	2	3.726
8	교육프로그램	15	6	2.627	23	AI활용교육	9	3	3.32
9	생성형AI	15	6	2.627	24	로봇활용교육	9	3	3.32
10	초등	15	6	2.627	25	파이선	9	3	3.32
11	과학교과	14	5	2.809	26	빅데이터	9	3	3.32
12	STEAM교육	14	5	2.809	27	AI융합	9	3	3.32
13	융합교육	14	5	2.809	28	수학	9	3	3.32
14	챗봇	14	5	2.809	29	창의적문제해결력	9	3	3.32
15	초등과학교육	14	5	2.809	30	테크놀로지	8	1	4.419

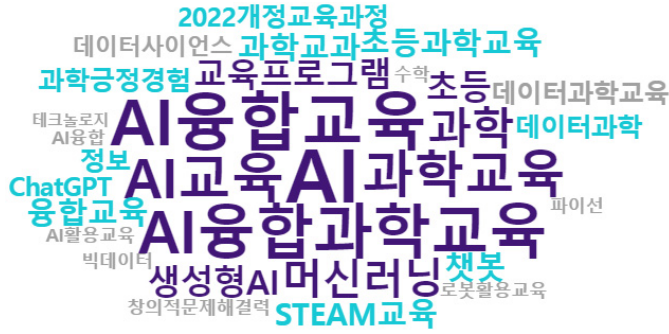


Fig. 2. Word cloud of TF-IDF analysis results

하여 공출현 빈도가 2회 이상 나타난 키워드들을 순서대로 정리하였다(Table 6). 주요 키워드의 연결을 살펴보면 AI-STEAM교육(3회), AI융합교육-AI융합과학교육(3회), AI-과학교과(3회), 수학-과학(3회)이 가장 많이 나타났다(Fig. 3). 인공지능을 중심으로 한 과학교육 연구들은 STEAM교육의 형태로 제안되는 사례가 다수이기 때문에 수학, 과학, 정보 등의 교과목이 동시에 출현하는 빈도가 높은 경향을 확인할 수

있다.

2. AI융합 과학교육 연구논문 연결 중심성 분석

1) 주요 키워드 간 연결 중심성

본 연구에서는 주요 키워드의 연결 중심성을 살펴보고 키워드 간의 연결성에 대해 분석하였다. 83편의 논문에서 최종적으로 추출된 269개의 키워드를 중심으로 의미연결망 분석을 수행하였다. 의미연결망 분석은 특정 키워드와 다른 키워드의 연결 정도를 연결 중심성으로 나타내는 것이다(박윤과 양진희, 2018). 의미연결망 분석에는 노드에 연결된 링크의 개수가 많을수록 연결 중심성 수치가 높아진다.

출현 빈도 상위 20개 키워드 분석 결과 연결 중심성은 ‘AI(0.895)’, ‘AI융합교육(0.632)’, ‘AI융합과학교육(0.632)’, ‘AI교육(0.526)’, ‘과학교육(0.579)’로 나타났다. 해당 키워드 중 ‘챗봇(0.316)’은 출현 빈도 순위에 비해 연결 중심성이 높은 것으로 확인되었다. 또한 ‘융합교육(0.474)’, ‘과학공정경험(0.421)’, ‘초

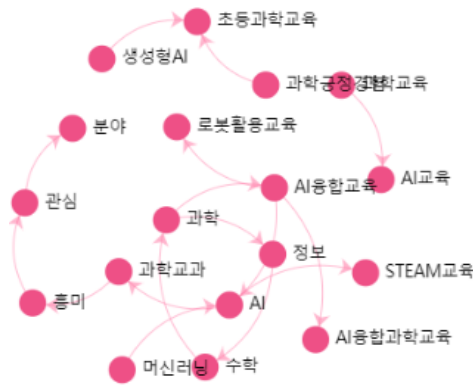


Fig. 3. Results of N-gram analysis

Table 6. Results of N-gram analysis

순위	키워드 1	키워드 2	빈도	순위	키워드 1	키워드 2	빈도
1	AI	STEAM교육	3	9	흥미	관심	2
2	AI융합교육	AI융합과학교육	3	10	관심	분야	2
3	AI	과학교과	3	11	AI융합교육	로봇활용교육	2
4	수학	과학	3	12	생성형AI	초등과학교육	2
5	AI융합교육	AI	2	13	과학공정경험	초등과학교육	2
6	과학	AI융합교육	2	14	과학교육	AI교육	2
7	머신러닝	AI	2	15	정보	수학	2
8	과학교과	흥미	2	16	과학	정보	2

Table 7. Results of keyword centrality analysis

순위	키워드	연결 중심성	순위	키워드	연결 중심성
1	AI	0.895	11	챗봇	0.316
2	AI융합교육	0.632	12	초등과학교육	0.263
3	AI융합과학교육	0.632	13	STEAM교육	0.368
4	AI교육	0.526	14	융합교육	0.474
5	과학교육	0.579	15	과학교과	0.263
6	과학	0.316	16	데이터과학교육	0.158
7	머신러닝	0.316	17	2022개정교육과정	0.158
8	초등	0.421	18	ChatGPT	0.211
9	생성형AI	0.263	19	데이터과학	0.263
10	교육프로그램	0.421	20	과학공정경험	0.421

등과학교육(0.263)' 키워드도 출현 빈도와 비교하여 연결 중심성이 비교적 높게 나타남을 확인할 수 있다 (Table 7).

2) CONCOR 분석

AI융합 과학교육 연구 관련 키워드의 군집(clustering)을 확인하고, 관계를 분석하여 전체 네트워크를 확인하고자 CONCOR 분석을 실행하였다. 분석 결과는 다음과 같이 4개의 군집으로 분류하고 시각화하였다(Fig. 4).

첫 번째 군집은 'AI융합 과학교육', '과학교육', 'AI융합교육', 'AI교육', 'AI'로 과학 교과와 인공지능

능의 연계 융합을 나타내는 용어나 범위가 연구자들마다 차이가 있어 '용어를 명명'하는 키워드들이 나타나 있음을 확인할 수 있다. 두 번째 군집은 '생성형 AI', '머신러닝', '교육프로그램', '초등', '과학'으로 AI융합 과학교육의 '내용 및 방법'으로 머신러닝, 생성형 AI를 주요한 키워드로 적용하고 있음을 알 수 있다. 세 번째 군집은 '초등과학교육', 'STEAM교육', '융합교육', '과학교과', '챗봇'으로 AI융합 과학교육이 챗봇 등을 활용하여 STEAM교육, '초등과학교육'을 중심으로 다양하게 진행되고 있음을 보여준다. 마지막 네 번째 군집은 '2022개정교육과정', '데이터과학', 'ChatGPT', '과학공정경험', '데이터과학교육'으로 과학교육과 AI의 연계·융합이 2022 개정 교육과정의 영향 속에서 '데이터'와 관련하여 학습하는 과정과 내용 및 형태로 활발히 진행되고 있음을 확인할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 2017년부터 2024년 5월까지 AI융합 과학교육과 관련된 KCI 등재(후보)지 이상에 게재된 논문과 학위논문의 연구 동향을 분석하고자 하였다. 연구 동향 파악을 위해 관련 논문의 발표 연도 및 발행 건수를 확인하고 추출된 키워드 출현 빈도, TF-IDF, N-gram 분석을 수행하였다. 주요 키워드를 활용하여 연결 중심성 분석과 CONCOR 분석을 수행하고 분석 자료를 시각화하였다. 이상의 연구 결과에 대해 논의하면 다음과 같다.

첫째, 2017년 이후 AI융합 과학교육 관련 연구는

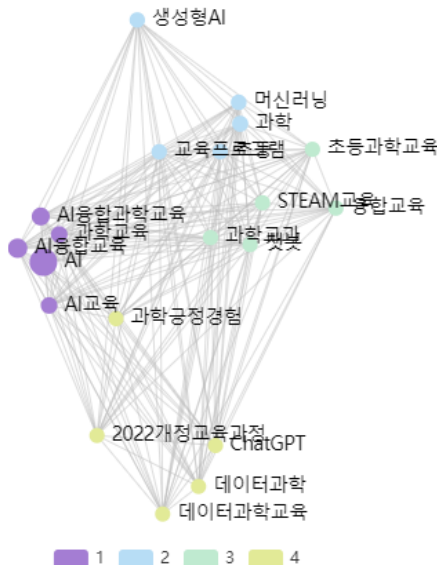


Fig. 4. Results of CONCOR analysis

내용과 방법 측면에서 꾸준히 확대되고 있다. 특히 2021년부터 2023년까지 각각 9편, 16편, 30편, 2024년 5월까지 발표된 논문이 18편으로 인공지능에 초점을 두고 과학교육과 관련하여 연구를 수행한 연구의 양적 확대를 확인할 수 있다. 이는 과학 교과가 바탕이 되는 인공지능 교육에 연구 동향과 관련된 선행 연구의 결과의 흐름과도 일치(박민규 등, 2021; 노동규, 2023)한다. 둘째, AI융합 과학교육 관련 연구의 주요 키워드 출현 빈도는 ‘AI’, ‘AI융합교육’, ‘AI융합과학교육’, ‘AI교육’, ‘과학교육’, ‘과학’, ‘머신러닝’, ‘초등’, ‘생성형 AI’, ‘교육프로그램’이 상위 10개의 순서로 나타났다. 이를 통해 AI융합 과학교육 연구가 초등 중심으로 머신러닝, 생성형 AI 등을 활용하여 활발히 이루어지고 있음을 확인할 수 있다. 셋째, TF-IDF 가중치 분석 결과 출현 빈도의 순위는 ‘AI’, ‘AI융합교육’, ‘AI융합과학교육’, ‘AI교육’, ‘과학교육’, ‘과학’, ‘머신러닝’, ‘교육프로그램’, ‘생성형 AI’, ‘초등’ 순으로 빈도분석 결과와 유사하게 도출되었으나 순위에는 차이가 있는 것으로 확인되었다. 넷째, 연결 중심성 분석과 CONCOR 분석을 통해 AI융합 과학교육 연구의 주요 키워드는 인공지능과 연계 융합하여 이루어진 과학교육과 관련한 연구들을 지칭하기 위한 다양한 ‘용어’, ‘내용과 방법’, ‘초등과학교육’, ‘데이터’를 중심으로 군집이 형성되어 있음을 확인하였다.

연구 결과에 기반하여 AI융합 과학교육을 위한 논의를 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, AI융합 과학교육 내용 측면에서 인공지능에 대한 이해나 활용뿐만 아니라 인공지능 윤리와 관련한 교육이 보완되어야 한다. OECD, EU 등 세계 여러 나라와 주요 국제기구 등은 인공지능 윤리의 중요성을 인식하고 윤리적인 인공지능 사용을 위한 원칙과 법 등을 발표하였고, 국내에서도 인공지능 기술의 급속한 발전으로 인공지능이 여러 분야에서 활용되면서 인공지능 윤리 이슈와 쟁점을 토론할 수 있는 포럼 등이 지속해서 운영되고 있다. 또한 인공지능 윤리는 인공지능에 대한 이해, 원리와 활용 등과 더불어 인공지능 교육에 중요한 교육 내용이자 요소이다(교육부, 2022). 하지만 연구 결과를 통해 AI융합 과학교육은 대체로 머신러닝, 생성형 AI 및 교육플랫폼, 데이터 등을 활용하여 학습자가 인공지능에 대한 이해와 활용을 경험하는 것을 중심으로 연구되고 있

어 과학 교과와 연계하여 인공지능 윤리를 학습하는 것에 어려움이 따른다. 이에 AI융합 과학교육의 내용으로 인공지능 윤리의 중요성을 인지하고 과학 교과 학습 내용과 연계하여 인공지능 윤리 교육을 받을 수 있도록 다양한 교육프로그램을 개발하고 이를 적용하는 교육적 실천이 필요하다.

둘째, 연구 대상 및 영역에서 중등을 중심으로 한 AI융합 과학교육 연구가 보다 활발히 진행되어야 한다. 교과와 관련한 AI융합교육의 학교급별 실행 현황 분석에서 적용 대상 비율은 초등학생, 대학생 및 중학생, 고등학생 순서로 나타났고(노동규, 2023), 본 연구의 키워드 빈도분석 및 군집분석을 통해서도 중등을 중심으로 AI융합 과학교육 연구가 이루어지고 있음을 확인하였다. AI융합교육의 교육 대상의 다양화와 초등교육과 중등교육의 연계모색을 위해 중등을 대상으로 보다 다각화된 연구가 이루어질 필요가 있다.

본 연구에서는 AI융합 과학교육 연구 동향을 텍스트 마이닝을 활용하여 알아보고자 하였다. 이는 AI융합 과학교육에 어떠한 주제와 흐름이 적용되고 있는지 전체적인 관점에서 분석했다는 점에서 그 의의가 있다. 하지만 본 연구에서 분석 대상으로 설정한 국내 학술지 및 학위논문뿐만 아니라 국내외 연구를 통합적으로 분석해 볼 필요가 있다. 또한 AI융합 과학교육이 보다 발전적으로 연구되기 위해서는 AI와 연계·융합한 과학교육의 범위와 개념, 용어들에 대한 명확한 정립이 필요하다. AI융합 과학교육을 통해 학습자에게 함양시키고자 하는 구체적인 교육의 목적 및 융합교육적 효과에 대해 초·중등 차원에서 심층적인 분석이 필요하고 그에 기반한 연구가 수행되어야 할 것이다. 더불어 ‘머신러닝’, ‘생성형 AI’ 등과 같이 현재 과학교육 현장에 활발히 활용되고 있는 인공지능 기술 및 방법과 더불어 교수 학습을 보다 풍성하게 이끌어 갈 수 있는 교수 학습 전략, 교수법 및 교수 학습 모형 등에 대한 체계적인 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

- 교육부(2020). 인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제. 관계부처합동.
- 교육부(2022). 개정 교육과정 총론. 교육부.
- 교육부(2023). 인공지능을 활용한 디지털 교육으로 ‘모두를 위한 맞춤형 교육시대’연다. 보도자료, 2023.02.23.

- 김선연, 조규락(2020). 텍스트 마이닝과 의미연결망 분석을 통한 집단창의성 연구동향 분석. *교육정보미디어 연구*, 26(4), 743-769.
- 김용학(2011). *사회네트워크분석*. 박영사.
- 노동규(2023). 과학 데이터 기반 인공지능(AI)·고등학교 과학 융합 교육 프로그램의 개발 및 적용, 서울대학교 석사학위논문.
- 박민규, 한규정, 신수범(2021). 국내 인공지능 교육에 대한 연구 현황 분석. *정보교육학회지*, 25(5), 683-690.
- 박상완(2014). 현직교사교육 연구동향 분석: 특징과 과제. *한국교원교육연구*, 31(2), 227-254.
- 박윤, 양진희(2018). 키워드 네트워크 분석을 활용한 장애 유아 통합교육 관련 연구동향 분석. *열린유아교육 연구*, 23(6), 351-372.
- 신원섭, 신동훈(2020). 초등과학교육에서 인공지능의 적용방안 연구. *초등과학교육*, 39(1), 117-132.
- 신동조(2020). 초·중등교육에서 인공지능: 체계적 문헌 고찰. *수학교육학연구*, 30(3), 531-552.
- 이수상(2018). 네트워크 분석 방법의 활용과 한계. *청람*.
- 이은상(2023). 빅데이터 분석을 통한 아두이노와 인공지능에 대한 사회적 인식. *한국컴퓨터정보학회논문*, 28(1), 189-199.
- 이주영(2022). 과학과 인공지능 융합교육을 위한 내용 체계 및 교수 학습 모형 개발 연구. *한국교원대학교 박사학위논문*.
- 전용주(2020). AI 융합교육대학원 교육과정 현황 분석. *한국인공지능교육학회 학술대회*, 173-175.
- 최숙영(2023). AI 융합교육의 이해와 해결 과제에 대한 고찰. *산업융합연구*, 21(1), 147-157.
- 최진혁, 박재국, 김민영(2021). 키워드 네트워크 분석을 통한 자폐성장애 진단 관련 연구 동향 분석. *행동분석 지원연구*, 8(1), 115-135.
- 홍승희, 현용찬, 박정환(2022). 텍스트마이닝을 이용한 글쓰기 프로그램 연구 동향 분석. *한국산학기술학회 논문지*, 23(11), 792-800.
- UNESCO (2019). *Artificial Intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*. Unesco Working Papers on Education Policy.

[†] 이주영, 서울교육대학교 강사(Ju-Young Lee; Instructor, Seoul National University of Education)