

토픽 모델링을 활용한 국내 초등 인공지능교육 연구 동향 분석*

Analysis of Research Trends in Domestic AI Education in elementary schools using Topic Modeling

김수진[†] · 문지훈^{††} · 김용성^{†††}

Sujin Kim[†] · Jihoon Moon^{††} · Yongsung Kim^{†††}

요약

초등 인공지능교육 관련 연구는 최근 급증하여 활발히 이루어지고 있다. 이에 본 연구는 토픽 모델링 기법을 활용하여 초등 인공지능교육 연구 동향을 분석하고 초등 인공지능교육의 방향성과 시사점을 제안할 목적으로 실시되었다. 학술연구정보서비스(RISS)에서 분석 시점인 2023년 9월 8일까지 발표된 관련 논문을 수집하고 전처리하여 제목, 키워드, 국문 초록을 분석한 결과는 다음과 같다. 첫째, 수집한 논문에서 4,360개의 명사를 추출하였으며, 융합, 교사, 데이터, 학습자, 영어, 윤리, 수학의 순으로 자주 등장하였다. 둘째, LDA 기반 토픽 모델링을 실시하여 4개의 토픽을 추출하였으며, 토픽별 논문 수에 근거하여 살펴볼 때 토픽 2, 토픽 1, 토픽 3, 토픽 4의 순으로 많은 연구가 이루어졌다. 셋째, 다양한 교과에서 인공지능 융합 프로그램 관련 연구가 활발히 이루어졌다. 넷째, 2017-2018년을 제외한 모든 시기에 인공지능과의 관계 및 윤리와 관련된 연구의 비중이 높았다. 본 연구는 국내 초등 인공지능교육 연구 동향을 종합적으로 분석하여 시사점을 도출하고 추후 연구의 방향을 제시했다는 데 의의가 있다.

주제어: 인공지능교육, 토픽 모델링, 연관 규칙 분석, LDA, 초등교육

ABSTRACT

Research about AI education in elementary schools has increased rapidly in recent years. Therefore, the aim of this study was to analyze the research trends in domestic AI education in elementary schools using topic modeling techniques and to propose directions and implications for future domestic AI education in elementary schools. Using the RISS, related papers published up to September 8, 2023, were collected, preprocessed, and analyzed for their titles, keywords, and Korean abstracts. The results are as follows: First, 4,360 words were extracted from the papers, with frequent occurrences of convergence, teacher, data, learner, English, ethics, and mathematics. Second, 4 topics were extracted by LDA-based topic modeling. Based on the number of papers per topic, it was found that the most research was conducted in the order of Topic 2, Topic 1, Topic 3, and Topic 4. Third, research on AI convergence programs is actively being conducted across various subjects. Fourth, there was a high proportion of research related to the relationship with AI and ethics in all years except for 2017-2018. This study is meaningful in that it comprehensively analyzes the trends in domestic AI education research in elementary schools, derives implications, and suggests directions for future research.

Keywords: Artificial Intelligence Education, Topic Modeling, Association Rule, LDA(Latent Dirichlet Allocation), Elementary Education

1. 서론

2022년 11월, OpenAI는 혁신적인 대화형 인공지능 모델 ChatGPT를 발표했다. ChatGPT는 인간의 언어를

깊이 있게 이해하고, 자연스러운 대화를 구현할 수 있는 능력을 갖추었다. 단순히 대답하는 수준을 넘어, 전문 지식을 포함한 다양한 정보를 사용자의 요구에 맞게 재구성하여 제공할 수 있다는 점에서 주목받고 있

[†]정 회 원: 대전목상초등학교 교사

^{††}정 회 원: 순천향대학교 AI·빅데이터학과 교수

^{†††}정 회 원: 충남대학교 사범대학 기술교육과 교수(교신저자)

논문투고: 2024년 03월 28일, 심사완료: 2024년 07월 11일, 게재확정: 2024년 07월 17일

* 본 논문은 제1저자의 충남대학교 교육대학원 석사학위논문 일부를 발췌하여 요약, 정리한 것임.

다. 더욱이 ChatGPT는 작문이나 작곡과 같은 창작 영역에서도 인간의 능력을 뛰어넘는 성과를 보이고 있다. 이처럼 인간만이 할 수 있다고 여겨졌던 자연어처리 및 대화, 창의적 예술 분야 등에서 인공지능 기술이 점차 두각을 나타내고 있다.

인공지능 스피커, 추천 알고리즘에 기반한 미디어 콘텐츠 시청, 자율주행 자동차, 대화형 챗봇 등 인공지능 기술은 우리 삶의 다양한 영역에 혁신적인 변화를 가져와 사회 전반의 패러다임을 바꾸고 있으며, 이러한 변화는 교육 현장에서도 나타나고 있다. 학생들은 인공지능 도구를 활용하여 창의적인 활동을 수행하거나 개인의 수준에 맞는 과제를 하고, 개인별 맞춤형 피드백을 제공받고 있다. 이처럼 인공지능 기술의 발전은 우리에게 생활의 편리함과 업무의 효율성 등 다양한 혜택을 가져다주지만, 개인정보와 보안 문제, 윤리적 문제와 편향성 등의 부정적인 측면도 무시할 수 없다. 이러한 상황에서 학생들은 인공지능을 이해하고 올바르게 활용하는 능력을 갖추는 것이 중요해지고 있으며, 이에 따라 초등학교에서부터 인공지능교육의 필요성과 중요성이 더욱 높아지고 있다.

대한민국 정부는 인공지능 기술의 발전에 맞추어 교육 분야에서도 혁신적인 변화를 추구하고 있다. 2024년부터 초등학교에 적용되기 시작하는 2022 개정 교육과정에서는 SW·AI 교육을 비롯한 디지털 기초소양 강화를 강조하고, 2025년부터 인공지능 기술을 적용한 ‘인공지능 디지털교과서’를 도입하여 학생 맞춤형 디지털 교육을 제공할 예정이다[1].

인공지능 기술의 발달과 인공지능교육을 위한 정부의 정책을 통해 국가 차원의 인공지능교육이 본격화되었다. 이에 따라 초등 인공지능교육 분야에서 인공지능 원리 및 개념 교육[2], 인공지능교육 프로그램 개발 및 효과성 분석[3], 인공지능교육 환경 및 도구 개발[4] 등과 관련된 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 이를 분석하는 것은 초등 인공지능교육 관련 연구의 현황을 이해하여 향후 연구 방향을 제시하고 관련 정책을 수립하는데 활용될 수 있다.

이러한 상황에서 본 연구는 현재까지 국내에서 이루어진 초등 인공지능교육 연구 동향을 살펴보고 초등 인공지능교육의 방향과 시사점을 제안하고자 하였다. 이를 위해 초등 인공지능 교육 관련 국내 학술 논문과 학위논문을 수집하고 토픽 모델링 기법을 활용하여 연구 동향을 분석하였다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 국내 초등 인공지능교육에 관한 논문에 자주

나타나는 키워드는 무엇인가?

둘째, 토픽과 토픽을 구성하는 키워드를 통해 도출한 국내 초등 인공지능교육 연구 동향은 어떠한가?

셋째, 국내 초등 인공지능교육에 관한 연구의 시기별 토픽 변화는 어떠한가?

2. 이론적 배경

2.1 초등 인공지능교육

인공지능교육은 인공지능의 기본 개념과 원리를 이해하고, 인공지능 파워를 효과적으로 활용하는 능력과 함께 인공지능이 인간 사회에 선하게 기여하도록 하는 태도를 함양하여, 창의적·합리적으로 문제를 해결하는 데 필요한 인공지능 소양을 기르는 것이다[5]. 따라서 초등 인공지능교육은 초등학생들에게 인공지능의 기본 개념과 원리, 그리고 인공지능을 활용하는 방법을 가르치는 교육을 말한다. 초등 인공지능교육을 통해 학생들은 인공지능이 어떻게 동작하며, 우리 생활에서 어떻게 활용되는지 이해하게 될 뿐만 아니라 인공지능을 활용한 문제 해결 능력과 창의적 사고력도 기를 수 있게 된다.

초등 인공지능교육과 관련한 국가 교육과정의 내용을 살펴보면, 2015 개정 교육과정에서는 기존의 정보교육과정을 소프트웨어교육 중심으로 개편하였다. 이는 초·중·고등학교에서 소프트웨어교육을 강화해야 한다는 국가·사회적 요구를 반영한 것이다. 이에 따라 초등학교에서 소프트웨어교육을 실과 교과, 창의적 체험활동 등을 통해 최소 17시간 이상 확보하게 되어 있으나, 2015 개정 교육과정에 인공지능교육과 직접적으로 관련한 교육 내용이 포함되어 있지는 않다[6]. 2022 개정 교육과정에서는 디지털 기초소양 교육과 연계한 정보교육을 강화하고 디지털 기초소양 함양을 위한 학교급별 내용 기준(안)을 마련하였다. 초등학교에서는 정보 관련 내용을 학생 수 및 학교 여건에 따라 학교장 개설 과목으로 편성할 수 있게 되었으며, 실과 교과를 포함하여 학교 자율시간 활용을 통해 34시간 이상 시수 확보를 권장하고 있다[7].

인공지능교육 연구 동향 분석과 관련한 선행연구에서는 초등 인공지능교육 전체에 대한 연구 동향 분석보다는 정보교육, 실과교육 등 초등 교과교육에서 인공지능과 관련된 부분에 대한 연구 동향 분석이 이루어져[8, 9], 중등의 인공지능교육과 비교하여 이루어

졌다[10]. 따라서 선행연구의 한계점을 개선하기 위해 국내 초등 인공지능교육과 관련하여 범교과적으로 연구 동향을 분석하는 것이 필요하다.

2.2 토픽 모델링

토픽 모델링(Topic Modeling)은 문서 집합 내에 숨겨져 있는 토픽을 다양한 통계적 방법을 활용하여 파악하는 방법[11]으로 주로 비정형화된 방대한 문헌에서 주제를 찾는 알고리즘이다[12]. 토픽 모델링은 많은 문서를 주제별로 분류하거나 특정 주제에 관련된 단어를 추출할 때 활용할 수 있다. 그 예로, 토픽 모델링을 이용하여 뉴스를 분석하면 각 뉴스가 어떤 토픽에 속하는지, 특정 토픽과 관련된 단어는 무엇이 있고 얼마나 중요한지를 파악할 수 있다.

토픽 모델링 기법에는 LSA(Latent Sematic Analysis: 잠재의미분석), LDA(Latent Dirichlet Allocation: 잠재 디리클레 할당) 등이 있는데 초기에는 pLSA(Probabilistic Latent Sematic Analysis: 확률적 잠재 의미 분석) 기법이 주로 사용되었으나, Blei(2012)가 잠재 주제의 확률적 분포에 대한 LSA의 한계점을 보완하여 LDA 기법을 발표한 이후로는 주로 LDA 기법이 사용되고 있다[13].

LDA는 문서 집합에서 핵심 키워드를 출현 확률에 따라 토픽별로 클러스터링하여 분류하는 기법[14]이다. LDA는 문서가 작성될 때 그 문서는 여러 개의 토픽으로 이루어져 있으며, 각 토픽은 단어의 집합으로 구성되었다고 가정한다. 그러나 이는 가정에 불과하며, 실제로는 각 문서에서 토픽이 무엇이고 어떤 단어들로 이루어져 있는지 명시적으로 나타나지 않는다. 이를 ‘내재된 토픽’ 이라고 부르며, LDA는 ‘내재된 토픽’ 을 추론하는 통계적 방법론이다. LDA 기법을 활용한 토픽 모델링에서는 연구자가 토픽의 개수를 정해주면 알고리즘을 통해 지정된 수의 토픽을 추출해준다. LDA 분석을 통해 각 문서에 사용된 단어들의 빈도를 측정하고 이로부터 모든 문서 내의 토픽 분포와 토픽 내의 단어 분포를 추정할 수 있다. 각 토픽에는 상호 관계성이 높은 키워드가 담기게 되는데, 이때 키워드는 단어 자체가 가진 고유의 의미가 아니라 같은 토픽에 포함된 키워드 간의 관계를 통해 해석할 수 있다[13]. 따라서 특정 문서의 토픽 분포와 주요 키워드, 연구에 대한 전문적 지식을 통해 추출된 토픽을 해석하고 의미를 부여하여 문서 전체를 이해할 수 있는 자료로 활용하게 된다.

최근 다양한 학문 분야에서 많은 양의 연구를 분석하고 파악하기 위해 토픽 모델링이 활용되고 있다. 토픽 모델링을 활용하면 데이터에 내재된 패턴을 기반으로 토픽을 추출하기 때문에 연구자의 편견이나 선입견을 최소화할 수 있으며, 대량의 데이터를 빠르게 분석하고 다양한 연구를 포괄적으로 파악할 수 있어 효과적인 도구로 여겨지고 있다. 이러한 장점으로 인해 토픽 모델링을 활용한 연구 동향 분석은 교육 분야 [15-17]는 물론 정책[18]이나 문화[19] 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

인공지능교육과 관련된 연구를 대상으로 토픽 모델링을 수행한 선행연구를 살펴본 결과, 인공지능교육 관련 연구 동향 분석은 학교급과 상관없이 이루어지거나 [20] 특정 교과에서 인공지능교육의 활용과 적용을 중심으로 분석되었다[11, 21, 22]. 특히 인공지능교육에 관한 선행연구 중 초등 인공지능교육을 대상으로 한 연구는 찾기 어려워 초등학교 교육 현장에 적용하기에는 현장성이 부족하다고 판단하였다. 따라서 국내 초등 인공지능교육의 연구 동향을 파악하고 결과를 분석하여 시사점을 얻고자 한다.

3. 연구 방법

3.1 데이터 수집

분석 대상은 초등 인공지능교육 관련 국내 학술 논문과 학위논문을 대상으로 하였다. 국내 학술 논문과 학위논문 데이터를 수집하기 위해 한국교육학술정보원(KERIS)에서 제공하는 학술연구정보서비스(이하 RISS)에서 ‘인공지능교육 AND 초등’ 을 검색어로 설정하여 추출된 논문을 수집하였다. RISS에서 검색할 때 각 검색어 사이에 ‘AND’ 를 입력하면 사용한 단어를 모두 포함한 검색 결과를 얻을 수 있다. 예를 들어 ‘인공지능 AND 교육’ 을 검색창에 입력하면 ‘인공지능’ 과 ‘교육’ 이 모두 포함된 검색 결과를 얻을 수 있다.

RISS의 내보내기 기능을 이용하여 논문의 제목, 저자, 발행 연도, 주제어, 국문 초록 등의 데이터를 수집하였다. 분석 시점인 2023년 9월 8일까지 출간된 논문을 대상으로 하였으며 449건의 국내 학술 논문과 470건의 학위논문 데이터, 총 919건의 데이터가 수집되었다.

3.2 데이터 전처리

3.2.1 1차 전처리

데이터 전처리는 구글 코랩과 주피터 노트북에서 파이썬을 이용하여 실시하였다. 국내 학술 논문과 학위논문은 RISS의 내보내기 기능을 통해 수집된 데이터의 열이 서로 다르므로, 데이터를 수집한 후 각각 1차 전처리를 실시하였다. 이후 하나의 데이터프레임으로 병합하여 2차 전처리를 실시하고 토픽 모델링을 위한 데이터로 활용하였다.

국내 학술 논문은 449건이 수집되었으며, 이 중 제목, 저자, 발행 연도, 주제어, 국문 초록 열의 데이터만 불러와 사용하였다. 수집된 국내 학술 논문 리스트 중 중복된 논문은 제거하였으며, 주제어나 국문 초록 중 하나라도 없는 논문은 분석 대상에서 제외하였다. 2000년부터 2023년까지 국내 학술 논문 331건의 논문이 추출되었다.

학위논문은 470건이 수집되었으며, 제목, 기타 서명, 저자, 발행 연도, 수여 연도, 주제어, 국문 초록 열의 데이터를 불러와 사용하였다. 수집된 학위논문 리스트 중 중복된 논문은 제거하였으며, 주제어나 국문 초록 중 하나라도 없는 논문은 분석 대상에서 제외하였다. 발행 연도 열의 데이터가 결측값일 때는 수여 연도 열의 데이터를 발행 연도 열에 저장하여 분석에 사용하였다. 2000년부터 2023년까지 학위논문 344건의 논문이 추출되었다.

3.2.2 2차 전처리

2000년부터 2023년까지 국내 학술 논문 331건과 학위논문 344건, 총 675건의 논문을 발행 연도별로 정리하여 시각화한 것은 Figure 1과 같다.

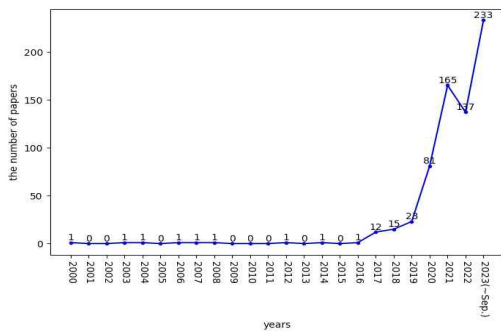


Figure 1. Number of papers published by year

국내 초등 인공지능교육에 대한 논문은 2000년부터

2016년까지 17년간 총 9건이 발행되어 그 수가 적었으나 2017년부터 그 수가 증가하기 시작하여 2020년을 기점으로 급성장하였다. 알파고와 이세돌 9단의 구글 딥마인드 챌린지 매치가 2016년 3월 9-15일 서울에서 열렸다[23]. 알파고와 이세돌의 대결은 인공지능의 발전과 그 영향력을 대중들에게 크게 인식시켰으며, 인공지능교육에도 영향을 준 것으로 보인다. 알파고가 등장한 바로 다음 해인 2017년부터 국내 초등 인공지능교육에 관한 연구가 비교적 활발해지기 시작하여 현재까지 관련 연구의 수가 증가하고 있는 것으로 분석된다. 또한 2019년 12월 발표한 ‘인공지능 국가전략’과 2020년 11월 공개한 ‘인공지능 시대 교육정책 방향과 핵심과제’ 등 정부 정책의 영향으로 2020년에 초등 인공지능교육 관련 연구의 수가 급증한 것으로 분석된다.

하지만 2000년부터 2016년까지의 논문은 상대적으로 그 수가 적어 본 연구의 토픽 분석 결과에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단하여 분석 대상에서 제외하고 최종적으로 2017년부터 2023년 9월까지 발행된 초등 인공지능교육 관련 논문 666건을 분석하였다.

논문의 제목에는 주요 주제어가 모두 포함되지 않을 수도 있으며 저자에 따라 주요 주제어의 출현 횟수가 달라질 수 있으므로, 논문의 제목이나 초록만을 기반으로 한 텍스트마이닝은 중요도를 정확하게 평가하기가 어렵다[24]. 본 연구에서는 논문의 제목, 주제어, 국문 초록의 데이터를 병합하여 토픽 모델링을 위한 데이터로 사용하였으며, 이를 통해 논문의 핵심 주제를 보다 종합적으로 파악하고자 하였다.

KoNLPy에서 제공하는 한국어 형태소 분석기 Komoran을 사용하여 토큰화 및 형태소 분석을 수행하였다. 추출한 명사 중 ‘교원’과 ‘교사’처럼 비슷한 의미이지만 다르게 표현되는 단어나 ‘머신러닝’과 ‘머신러닝’처럼 같은 의미이지만 띄어쓰기가 다르게 표현된 단어, ‘SW’와 ‘소프트웨어’처럼 같은 의미의 단어를 대문자 영어 단축어와 한국어로 각각 표현한 단어는 치환 함수를 사용하여 하나로 통일하였다. 정규표현식을 사용하여 한글과 영어만 추출하고 숫자와 특수문자 등은 제거하였으며, 자연어처리, 챗봇 등의 단어는 사용자 사전을 이용하여 추가하였다. 한글자 명사는 의미 파악이 어렵고 분석에 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단하여 제외하였다.

일반적으로 단어의 등장 빈도가 높을수록 중요하다고 생각할 수 있다. 그러나 문서 전체에서 자주 나타나는 단어는 대개 일반적이고 널리 사용되는 단어로, 특

정 문서의 특성을 대표할 수 있는 중요한 정보를 제공하지 못할 가능성이 크다. 예를 들어, 인공지능교육에 관한 연구 데이터에서 ‘인공지능’은 ‘미래’보다 자주 등장할 것으로 예상할 수 있다. 이때 특정 단어가 문서 안에 얼마나 자주 등장하는지를 나타내는 TF(Term Frequency)를 기준으로 생각한다면 ‘인공지능’은 중요한 단어가 된다. 반면 IDF(Inverse Document Frequency) 값은 특정 단어가 문서 전체에서 얼마나 희귀하게 나타나는지를 나타내는 지표이다. 상대적으로 많은 문서에 출현하는 단어의 경우 IDF 값이 작고, 특정 문서에 편중되어 출현하는 단어는 IDF 값이 크다[25]. 따라서 IDF값을 기준으로 생각한다면 ‘인공지능’은 일반적인 단어로 중요도가 떨어진다고 판단할 수 있다. 또한 TF와 IDF를 곱한 값인 TF-IDF 값은 어떤 단어가 문서 집합 내에서 얼마나 중요한지를 나타내는 통계적 수치로, TF-IDF 값이 낮은 단어도 중요도가 떨어진다고 판단할 수 있다. 추출된 단어에 대해 IDF 값이 1 미만인 단어 33개와 TF-IDF 값이 낮은 15개의 단어는 중요도가 낮은 단어로 판단하여 제외하고 분석을 위한 최종 문장 리스트를 만들었다.

Table 1. Words with an IDF value of less than 1 (ascending order of text)

word
artificial intelligence, analysis, application, base, change, class, confirmation, content, curriculum, development, education, effect, elementary, elementary school, elementary school student, grade, improvement, influence, learning, method, necessity, object, problem, process, program, purpose, relationship, research, result, society, student, technology, utilizing

Table 2. 15 Words with lowest TF-IDF values

	word		word		word
1	purpose	6	implementation	11	progress
2	basis	7	confirmation	12	suggestion
3	next	8	affirmation	13	session
4	object	9	field	14	verification
5	expectation	10	level	15	significance

3.3 키워드 출현 빈도 분석

키워드 출현 빈도는 전처리한 데이터에서 특정 키워드가 얼마나 자주 등장하는지 분석하는 방법으로, 데이터에서 어떤 키워드가 자주 등장하고 중요한 주제를 나타내는지 파악하여 연구의 주요 용어와 경향성을 살펴볼 수 있다. 본 연구에서는 제목, 키워드, 국문 초록

에 나타난 4,360개의 명사를 대상으로 분석하였다.

3.4 LDA 토픽 모델링 분석

3.4.1 연관 규칙 분석

연관 규칙(Association Rule)은 많은 양의 데이터로부터 항목 간의 특정한 관계를 찾아내는 방법이다. 연관 규칙을 분석하기 위해 각 토픽의 주요 키워드 20개를 추출하였다. 이후 각 논문 데이터에서 이러한 주요 키워드들이 동시에 등장한 경우를 계산하여 연관 분석을 수행하여 주요 키워드 간의 연관성을 확인하였다. 연관 규칙 분석 결과를 네트워크 그래프로 시각화하여 키워드 간의 관계와 연관성을 직관적으로 파악하고 토픽 모델링 결과 분석에 활용하였다.

3.4.2 LDA 토픽 모델링 분석

666건의 논문에서 전처리한 데이터셋을 활용하여 LDA 기반의 토픽 모델링을 수행하였다. 토픽 모델링을 수행하기 위해 파이썬 기반 gensim LDA 모듈을 사용하였다. LDA 기반 토픽 모델링을 수행하기 위해서는 적합한 토픽 수를 결정하는 것이 중요하다. 전체 논문과 단어의 수에 비해 토픽 수를 적게 설정할 때는 개별 토픽이 지나치게 광범위한 내용을 포함하는 주제로 설정될 수 있고, 토픽 수를 많게 설정할 때는 하나의 토픽으로 분류되어야 할 토픽이 다수의 각기 다른 토픽으로 나뉘게 되어 결과가 부정확하게 될 수 있다[9]. 그러나 토픽 수는 일반적으로 연구자의 판단으로 결정되기 때문에 연구자의 주관이 개입될 수 있다. 따라서 토픽 수를 결정할 때 연구자의 주관 개입을 최소화하기 위해 토픽 수를 다양하게 설정하여 coherence 값과 u-mass 값을 확인한다. coherence 값은 토픽 내 단어 간의 의미적 유사성을 측정하는 지표이며, u-mass 값은 토픽 간의 관련성을 나타내는 지표이다. 여러 개의 토픽 수에 대해 coherence 값과 u-mass 값을 계산하고, 가장 높은 coherence 값 또는 가장 낮은 u-mass 값을 가질 때의 토픽 수를 선택한다. 최적화된 토픽 수를 찾기 위해 토픽 수를 2개부터 30개까지 1개씩 증가시켜 가면서 coherence 값과 u-mass 값을 확인한 결과는 Figure 2와 같았다. coherence 값과 u-mass 값을 참고하여 여러 차례 다른 값의 토픽 수를 부여하고 토픽 간 거리 지도(Intertopic Distance Map)를 참고하여 토픽 간 경계가 명확하고 토픽이 서로 겹치지 않을 때의 값

을 확인하였다. 그 결과 최적화된 토픽 수는 4개로 결정되었다. LDA 알고리즘을 통해 추출한 4개의 토픽을 시각화하고 이와 관련된 단어를 확인하였으며, 기존 논문 데이터 테이블에 논문별 토픽 분석 결과를 병합하여 확인하였다.

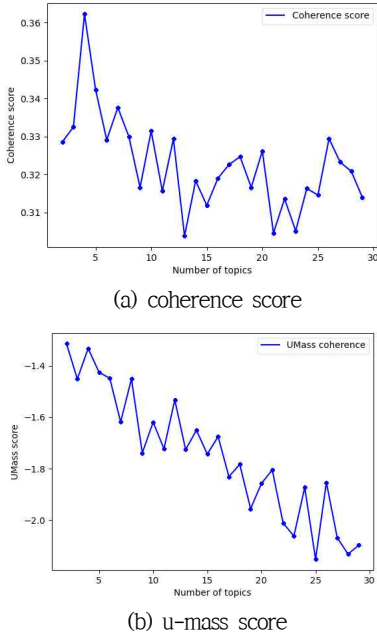


Figure 2. Coherence score and u-mass score according to the number of topics

4. 연구 결과

4.1 키워드 출현 빈도 분석

2017년부터 2023년 9월까지 수집된 국내 초등 인공지능교육 논문 666건의 제목, 키워드, 국문 초록에 나타난 4,360개 명사의 출현 빈도를 분석하였다. 출현 빈도가 높은 상위 20개의 명사별 빈도수는 Table 3과 같다.

Table 3. Frequency of top 20 words with high frequency

	word	Frequency		word	Frequency
1	convergence	1098	11	subject	636
2	teacher	1035	12	capacity	610
3	data	953	13	teaching	586
4	learner	809	14	domain	577
5	English	731	15	design	540
6	ethics	716	16	model	521
7	mathematics	714	17	ability	521

	word	Frequency		word	Frequency
8	activity	651	18	chatbot	494
9	recognition	641	19	solution	492
10	software	638	20	school	470

‘융합’은 가장 많이 나타난 단어로, 초등 인공지능교육에서 다양한 교과 및 분야와의 융합이 중요하게 다루어지고 있음을 보여준다. ‘교사’는 두 번째로 많이 나타난 단어로, 교사의 역할과 역량 강화가 초등 인공지능교육에서 핵심적인 요소로 인식되고 있음을 알 수 있다. ‘데이터’, ‘학습자’ 역시 주요 키워드로 나타나 데이터 기반의 학습자 맞춤형 교육의 필요성이 강조되고 있음을 가늠할 수 있었다. 또한 인공지능교육이 ‘영어’와 ‘수학’과 같은 특정 교과와 연계되어 다루어지고 있으며, 인공지능 기술의 윤리적 활용에 대한 관심이 높음을 알 수 있다. ‘데이터’, ‘소프트웨어’, ‘챗봇’과 같이 인공지능과 관련된 단어와 ‘인식’, ‘역량’, ‘능력’, ‘해결’ 처럼 인공지능교육을 통해 얻고자 하는 것과 관련된 단어도 자주 등장하였다.

4.2 LDA 토픽 모델링 결과 분석

토픽의 개수를 4개로 설정하고 LDA 기반 토픽 모델링을 실시하였다. 추출된 4개의 토픽 간 거리를 pyLDAvis를 활용하여 2차원 공간에서 시각화한 결과는 Figure 3과 같다. 왼쪽 부분은 4개 토픽의 토픽 간 거리 지도로 구성되어 있으며, 오른쪽 부분은 해당 토픽에서 가장 주요한 키워드를 보여주는 막대그래프로 구성되어 있다.

토픽 간 거리 지도에서 각 원의 크기는 해당 주제가 차지하는 비중을 의미하여 원의 크기가 클수록 해당 토픽의 비중이 큰 것을 뜻한다. 각 토픽에 해당하는 원이 서로 겹치지 않고 독립적인 영역을 차지하고 있으므로 4개의 토픽은 각각 주제를 가지고 있다고 해석할 수 있다. 4개의 원 크기가 거의 비슷한 것으로 보아 666개의 논문을 모두 아우르는 토픽은 없으며, 4개의 토픽이 비슷한 비중을 차지하고 있다고 볼 수 있다. 원들의 거리가 가까울수록 해당 토픽 간의 연관성이 높으며, 거리가 멀수록 토픽 간의 연관성은 낮다[26]. 토픽 1은 상대적으로 토픽 2나 토픽 3과의 연관성이 높고 토픽 4와의 연관성이 낮다고 해석할 수 있다.

각 토픽에 포함되는 단어 중 주요 키워드를 추출하고 해당 토픽에 대한 기여도가 높은 순으로 20개씩 나

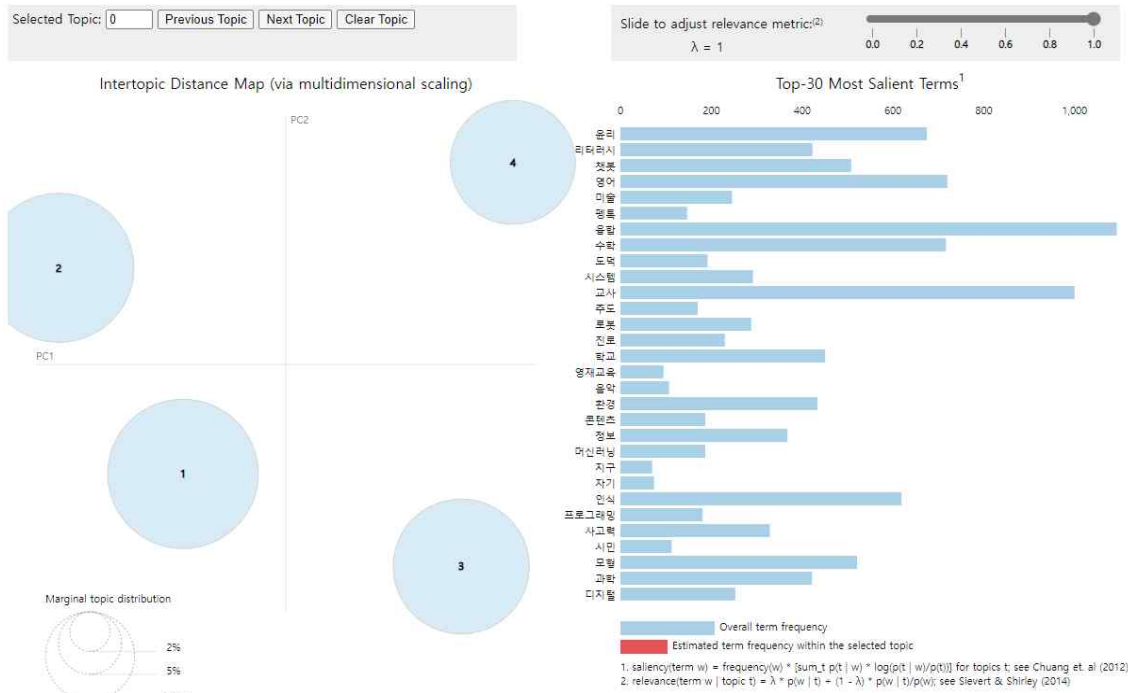


Figure 3. Visualization of topic modeling results

열하면 Table 4와 같다. 전체 논문의 토픽별 비율은 토픽 2(35.0%), 토픽 1(25.2%), 토픽 3(20.6%), 토픽 4(19.2%)의 순으로 분석되었다.

Table 4. Distribution and keywords by topic

topic	number of papers (ratio)	keywords
1	168 (25.2%)	convergence, mathematics, chatbot, learner, data, model, design, teaching, activity, subject, evaluation, domain, thinking skills, computing, English, teacher, group, software, science, recognition
2	233 (35.0%)	ethics, convergence, data, teacher, recognition, learner, subject, software, capacity, activity, literacy, ability, educational program, domain, check, understanding, reference, teaching, morality, design
3	137 (20.6%)	teacher, English, software, school, environment, mathematics, subject, capacity, activity, domain, data, information, teaching, convergence, learner, step, design, topic, evaluation, tool
4	128 (19.2%)	teacher, English, literacy, learner, recognition, data, art, ability, system, activity, science, robot, teaching, career, tool, future, convergence, domain, Pengtalk, evaluation

4.2.1 토픽 1 분석

토픽 1은 융합, 수학, 챗봇, 학습자, 데이터, 모형, 설

계, 교수, 활동, 교과 등이 키워드로 도출되었으며, 연관 규칙을 분석하고 시각화한 것은 Figure 4와 같다. 토픽 1에 해당하는 키워드와 연관 규칙, 토픽 1의 비중이 가장 큰 논문을 검토하여 토픽명을 ‘인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 효과성 검증 연구’로 명명하였다.

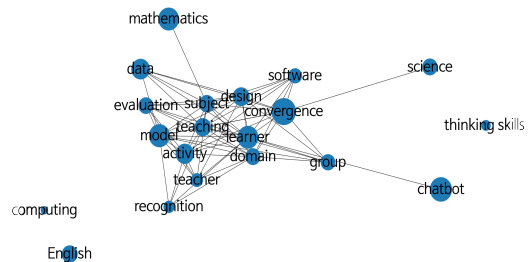
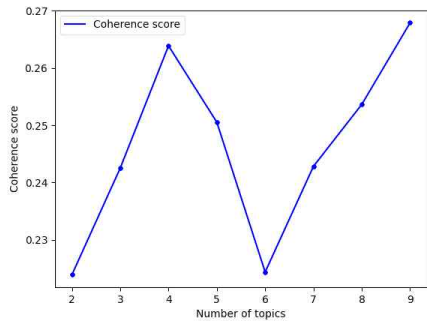
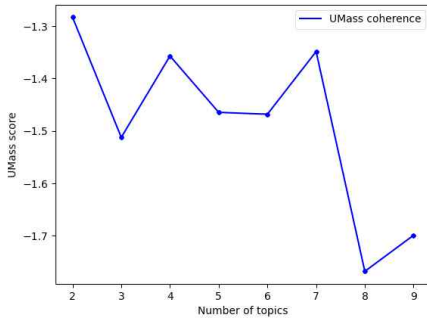


Figure 4. Visualization of Association Rule for Topic 1

토픽 1을 구성하는 세부 주제를 분석하여 정확한 정보를 얻기 위해 토픽 1에 해당하는 논문을 대상으로 LDA 기반의 토픽 모델링을 한 번 더 수행하고 하위 토픽을 추출하였다. Figure 5와 같이 하위 토픽 수를 2개부터 9개까지 1개씩 증가시키면서 coherence 값과 u-mass 값을 확인한 결과, 최적화된 하위 토픽의 수를 4개로 정하였다.



(a) coherence score



(b) u-mass score

Figure 5. Coherence score and u-mass score according to the number of topics in Topic 1

추출된 하위 토픽 간의 거리를 pyLDAvis를 활용하여 2차원 공간에서 시각화한 결과는 Figure 6과 같다.



Figure 6. Visualization of topic modeling results in Topic 1

4개의 하위 토픽은 각각의 독립적인 주제를 가지고

있음을 알 수 있으며, 각 하위 토픽의 상대적 거리에 따라 토픽 1-(2)는 토픽 1-(3)보다는 토픽 1-(1), 토픽 1-(4)와의 연관성이 높다고 해석할 수 있다. 각 하위 토픽에 포함되는 단어 중 주요 키워드를 추출하고 해당 하위 토픽에 대한 기여도가 높은 순으로 10개씩 나열 하면 Table 5와 같다.

Table 5. Distribution and keywords by topic in Topic 1

topic	number of papers (ratio)	keywords
1-(1)	60 (35.7%)	model, learner, science, teaching, chatbot, design, data, step, subject, software
1-(2)	45 (26.8%)	chatbot, learner, activity, computing, thinking, design, model, domain, English, data
1-(3)	40 (23.8%)	mathematics, domain, data, subject, group, chatbot, evaluation, English, criteria, software
1-(4)	23 (13.7%)	mathematics, activity, chatbot, learner, model, making, subject, teaching, solution, domain

토픽 1-(1)은 ‘데이터과학 기반의 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 적용 연구’로 정의하였으며, 데이터과학을 활용한 STEAM 교육 프로그램, 데이터과학 교육을 위한 교수·학습 모형 개발이나 수업 사례 연구 등과 관련 있는 논문을 포함하고 있다. 토픽 1-(2)는 ‘인공지능 기반 창의적 교육 프로그램 개발 및 적용 연구’로 정의하였으며, 디자인 씽킹, 메이커교육, 챗봇 등 다양한 요소들을 활용한 창의적이고 혁신적인 교육 방법 등과 관련된 논문을 포함하고 있다. 토픽 1-(3)은 ‘인공지능 활용 교과 교육 프로그램 개발 및 적용 연구’로 정의하였으며, 인공지능을 활용한 수학 수업이나 노벨엔지니어링 기반 인공지능 융합 교육, 인공지능 도구를 활용한 영어 교육 등과 관련된 논문으로 구성되어 있다. 토픽 1-(4)는 ‘인공지능 도구 이해 및 활용 교육 프로그램 개발 및 적용 연구’로 정의하였으며, 인공지능 언플러그드 교육자로서 디딤표, 인공지능 미디어아트 등을 활용한 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 적용과 관련된 논문으로 구성되어 있다.

4.2.2 토픽 2 분석

토픽 2는 윤리, 융합, 데이터, 교사, 인식, 학습자, 교과, 소프트웨어, 역량, 활동 등이 키워드로 도출되었으며, 연관 규칙을 분석하고 시각화한 것은 Figure 7과 같다. 토픽 2에 해당하는 키워드와 연관 규칙, 토픽 2의 비중이 가장 큰 논문을 검토하여 토픽명을 ‘인공지능과의 관계 및 윤리에 관한 연구’로 명명하였다.

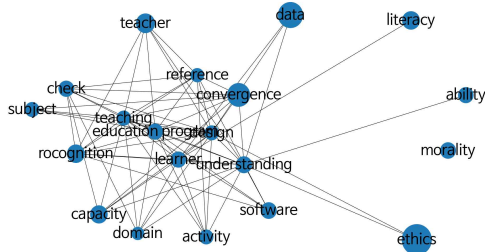
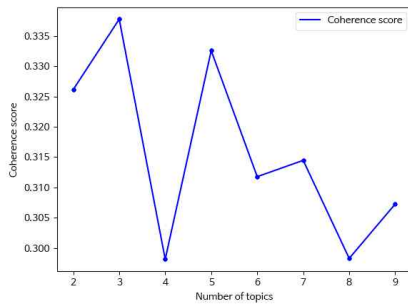
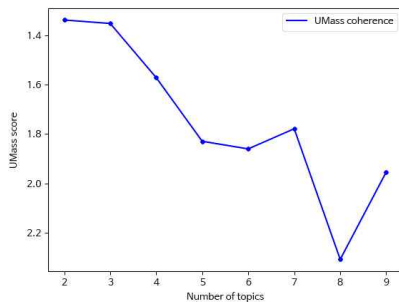


Figure 7. Visualization of Association Rule for Topic 2

토픽 2을 구성하는 세부적인 주제를 분석하여 정확한 정보를 얻기 위해 토픽 2에 해당하는 논문을 대상으로 LDA 기반의 토픽 모델링을 한 번 더 수행하고 하위 토픽을 추출하였다. Figure 8과 같이 하위 토픽 수를 2개부터 9개까지 1개씩 증가시켜 가면서 coherence 값과 u-mass 값을 확인한 결과, 최적화된 하위 토픽의 수를 3개로 정하였다.



(a) coherence score



(b) u-mass score

Figure 8. Coherence score and u-mass score according to the number of topics in Topic 2

추출된 하위 토픽 간의 거리를 pyLDAvis를 활용하여 2차원 공간에서 시각화한 결과는 Figure 9와 같다.



Figure 9. Visualization of topic modeling results in Topic 2

3개의 하위 토픽은 각각의 독립적인 주제를 가지고 있음을 알 수 있으며, 토픽 2-(1)은 토픽 2-(2)보다는 토픽 2-(3)과의 연관성이 높은 것으로 해석된다. 각 하위 토픽에 포함되는 단어 중 주요 키워드를 추출하고 해당 하위 토픽에 대한 기여도가 높은 순으로 10개씩 나열하면 Table 6과 같다.

Table 6. Distribution and keywords by topic in Topic 2

topic	number of papers (ratio)	keywords
2-(1)	133 (57.1%)	ethics, convergence, data, teacher, literacy, capacity, understanding, education program, learner
2-(2)	53 (22.7%)	data, morality, model, ability, machine learning, computing, software, solution, check, human
2-(3)	47 (20.2%)	ethics, data, step, learner, teaching, software, reference, design, group, recognition

토픽 2-(1)은 ‘인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 정의적 영역에의 영향 연구’로 정의하였으며, 인공지능 융합 교육 프로그램이 교사 또는 학습자에게 미치는 인식과 태도 및 역량 변화를 분석하거나 인공지능 리터러시 향상을 위한 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 등과 관련 있는 논문으로 구성되어 있다. 토픽 2-(2)는 ‘인공지능 윤리교육을 위한 기반 연구’로 정의하였으며, 인공지능 윤리교육을 위한 교육과정 구성이나 인공지능교육 플랫폼 개발 및 활용, 인공지능 윤리교육의 필요성, 방향, 과제 등과 관련 있는 논문으로 구성되어 있다. 토픽 2-(3)은 ‘인공지능 윤리교육 프

로그래밍 개발 및 적용 연구’로 정의하였으며, 인공지능 기술 기반 프로그램의 활용과 윤리에 관한 내용, 실생활 문제 해결을 위한 인공지능 프로그램 등과 관련 있는 논문으로 구성되어 있다.

4.2.3 토픽 3 분석

토픽 3은 교사, 영어, 소프트웨어, 학교, 환경, 수학, 교과, 역량, 활동, 영역 등이 키워드로 도출되었으며, 연관 규칙을 분석하고 시각화한 것은 Figure 10과 같다. 토픽 3에 해당하는 키워드와 연관 규칙, 토픽 3의 비중이 가장 큰 논문을 검토하여 토픽명을 ‘인공지능 교육을 위한 기반 연구’로 명명하였다.

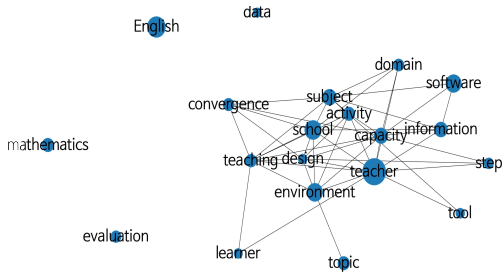
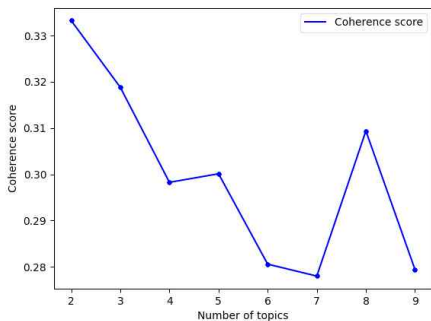
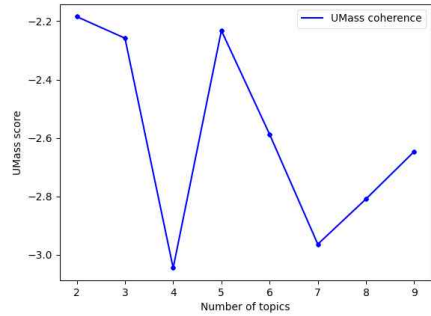


Figure 10. Visualization of Association Rule for Topic 3

토픽 3을 구성하는 세부적인 주제를 분석하여 정확한 정보를 얻기 위해 토픽 3에 해당하는 논문을 대상으로 LDA 기반의 토픽 모델링을 한 번 더 수행하고 하위 토픽을 추출하였다. Figure 11과 같이 하위 토픽 수를 2개부터 9개까지 1개씩 증가시켜 가면서 coherence 값과 u-mass 값을 확인한 결과, 최적화된 하위 토픽 수를 3개로 정하였다.



(a) coherence score



(b) u-mass score

Figure 11. Coherence score and u-mass score according to the number of topics in Topic 3

추출된 하위 토픽 간의 거리를 pyLDavis를 활용하여 2차원 공간에서 시각화한 결과는 Figure 12와 같다.



Figure 12. Visualization of topic modeling results in Topic 3

3개의 하위 토픽은 각각의 독립적인 주제를 가지고 있으며, 토픽 3-(1)이 토픽 3의 절반에 가까운 비중을 차지하고 있음을 확인하였다. 각 하위 토픽에 포함되는 단어 중 주요 키워드를 추출하고 해당 하위 토픽에 대한 기여도가 높은 순으로 10개씩 나열하면 Table 7과 같다.

Table 7. Distribution and keywords by topic in Topic 3

topic	number of papers (ratio)	keywords
3-(1)	63 (46.0%)	ethics, convergence, data, teacher, literacy, capacity, understanding, education program, learner

topic	number of papers (ratio)	keywords
3-(2)	38 (27.7%)	data, morality, model, ability, machine learning, computing, software, solution, check, human
3-(3)	36 (26.3%)	ethics, data, step, learner, teaching, software, reference, design, group, recognition

토픽 3-(1)은 ‘인공지능교육 프로그램 개발 및 교사 인식 연구’로 정의하였으며, 인공지능교육 프로그램의 개발 방향 및 교사의 인식과 요구사항 등을 다룬 연구로 구성되어 있다. 토픽 3-(2)는 ‘인공지능교육 현황 연구’로 정의하였으며, 국내외 인공지능 교육의 현황과 국내외 관련 교육과정의 비교, 관련 연구 동향 등과 관련 있는 연구로 구성되어 있다. 토픽 3-(3)은 ‘인공지능교육의 효과 및 타당성 검증 연구’로 정의하였으며, 인공지능교육의 학습 효과와 교육적 타당성 검증 등과 관련 있는 연구로 구성되어 있다.

4.2.4 토픽 4 분석

토픽 4는 교사, 영어, 리터러시, 학습자, 인식, 데이터, 미술, 능력, 시스템, 활동 등이 키워드로 도출되었으며, 연관 규칙을 분석하고 시각화한 것은 Figure 13과 같다. 토픽 4에 해당하는 키워드와 연관 규칙, 토픽 4의 비중이 가장 큰 논문을 검토하여 토픽명을 ‘인공지능 사회에 대비한 교육 연구’로 명명하였다.

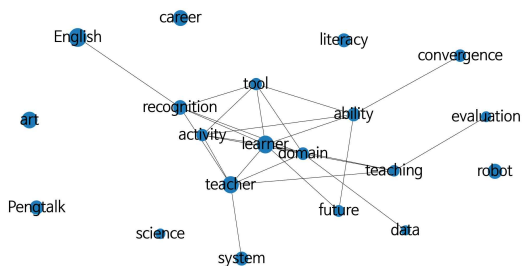
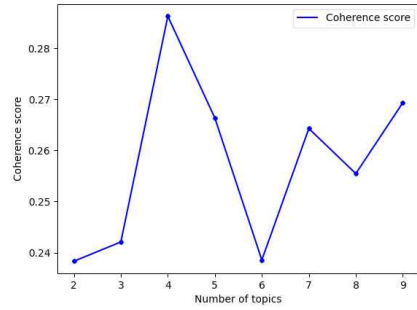
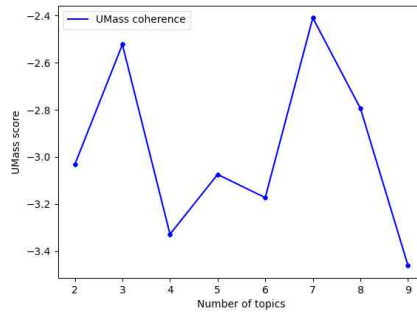


Figure 13. Visualization of Association Rule for Topic 4

토픽 4을 구성하는 세부적인 주제를 분석하여 정확한 정보를 얻기 위해 토픽 4에 해당하는 논문을 대상으로 LDA 기반의 토픽 모델링을 한 번 더 수행하고 하위 토픽을 추출하였다. Figure 14과 같이 하위 토픽 수를 2개부터 9개까지 1개씩 증가시켜 가면서 coherence 값과 u-mass 값을 확인한 결과, 최적화된 하위 토픽의 수를 4개로 정하였다.



(a) coherence score



(b) u-mass score

Figure 14. Coherence score and u-mass score according to the number of topics in Topic 4

추출된 하위 토픽 간의 거리를 pyLDAvis를 활용하여 2차원 공간에서 시각화한 결과는 Figure 15와 같다.



Figure 15. Visualization of topic modeling results in Topic 4

4개의 하위 토픽은 각각의 독립된 주제를 가지고 있음을 알 수 있으며, 토픽 4-(1)과 토픽 4-(4)는 다른 토픽

픽들과 비교해 거리가 상대적으로 가까워 서로 연관성이 높다고 해석할 수 있다. 각 하위 토픽에 포함되는 단어 중 주요 키워드를 추출하고 해당 하위 토픽에 대한 기여도가 높은 순으로 10개씩 나열하면 Table 8과 같다.

Table 8. Distribution and keywords by topic in Topic 4

topic	number of papers (ratio)	keywords
4-(1)	37 (28.9%)	English, learner, Pengtalk, art, teacher, convergence, ability, recognition, programing, tool
4-(2)	43 (33.6%)	career, art, science, software, activity, literacy, capacity, attitude, participation, lead
4-(3)	26 (20.3%)	career, teacher, system, robot, design, English, support, learner, strategy, domain
4-(4)	22 (17.2%)	robot, learner, Pengtalk, English, system, recognition, human, teacher, interest, basis

토픽 4-(1)은 ‘인공지능 기술의 교육적 활용 방향 및 수요자 인식 연구’로 정의하였으며, 인공지능 리터러시 함양을 위한 인공지능 기술의 교육적 활용 방향, 교사와 학습자의 인식을 분석한 연구 등으로 구성되어 있다. 토픽 4-(2)는 ‘인공지능 기반 진로교육 프로그램 개발 및 효과 연구’로 정의하였으며, 인공지능 기술을 활용한 진로교육 프로그램을 개발하고 그 효과를 검증한 연구 등으로 구성되어 있다. 토픽 4-(3)은 ‘인공지능 기반 수업 시스템 설계 및 적용 연구’로 정의하였으며, 교과 교육에서 인공지능의 활용 가능성을 탐색하거나 인공지능 기술을 활용한 교사 보조 시스템, 교사의 역할 변화 등과 관련된 내용으로 구성되어 있다. 토픽 4-(4)는 ‘인공지능 활용 교육의 실효성 및 확산 방안 탐색 연구’로 정의하였으며, 인공지능교육의 현장 적용 탐색, 인공지능 앱을 적용한 교과 교육의 교육적 효과 탐색 및 효과성 분석 등과 관련된 내용으로 구성되어 있다.

4.2.5 LDA 기반 토픽 모델링 분석 결과

LDA 기반의 토픽 모델링을 수행한 결과 4개의 토픽이 도출되었으며, 이를 대상으로 LDA 기반 토픽 모델링을 각각 한 번 더 수행하여 최종 14개의 하위 토픽을 도출하였으며, 그 결과는 Table 9와 같다.

토픽 2-(1)에 해당하는 ‘인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 정의적 영역에의 영향 연구’는 133건(20.0%)으로 14개의 하위 토픽 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

14개의 하위 토픽 중 8개의 하위 토픽(1-(1)-(4), 2-(1),(3), 3-(1), 4-(2))은 인공지능교육 프로그램 개발과 관련 있는 내용이었으며, 이에 해당하는 논문은 454건으로 전체의 68.17%를 차지하고 있었다.

Table 9. Distribution of topics in LDA

Topic	Subtopic	number of papers (ratio)
1. Research on the Development and Effectiveness Verification of AI convergence education program	1-(1) Development and Application of Data Science-based Integrated AI Education	60 (9.0%)
	1-(2) Development and Application of Creative Education Program Based on AI	45 (6.8%)
	1-(3) Development and Application of Subject Education Program using AI	40 (6.0%)
	1-(4) Development and Application of Education Program for Understanding and Utilizing AI Tools	23 (3.5%)
2. Research on the Relationship with AI and Ethics	2-(1) Development of AI Convergence Education Program and its Impact on the Affective Domain	133 (20.0%)
	2-(2) Foundational Research for AI Ethics Education	53 (8.0%)
	2-(3) Development and Application of AI Ethics Education Program	47 (7.1%)
3. Foundational Research for AI Education	3-(1) Development of AI Education Programs and Teacher Perceptions	63 (9.5%)
	3-(2) the Current Status of AI Education	38 (5.7%)
	3-(3) Validity and Effectiveness of AI Education	36 (5.4%)
4. Education Research for Preparing for the AI Society	4-(1) Educational Application of AI Technology and User Perception	37 (5.6%)
	4-(2) Development and Effectiveness of AI-based Career Education Programs	43 (6.5%)
	4-(3) Design and Application of AI-based Educational system	26 (3.9%)
	4-(4) Exploring the Effectiveness and Dissemination of Education Using AI	22 (3.3%)

4.3 연도별 토픽 변화 분석

논문의 발행 연도별 토픽의 비중은 Figure 16과 같다. 2017년에는 인공지능과의 관계 및 윤리에 관한 연구(토픽 2)와 인공지능 사회에 대비한 교육 연구(토픽 4)가 큰 비중을 차지하였다. 이후 2018-2019년에는 인공지능교육을 위한 기반 연구(토픽 3)의 비중이 커졌으나, 2020년부터는 인공지능과의 관계 및 윤리에 관한

연구(토픽 2)가 증가한 것으로 보인다. 인공지능 기술의 발전과 함께 윤리적 문제가 대두되면서 이에 대한 관심이 높아진 것으로 분석된다. EU와 미국, 영국 등 주요국들이 인공지능 윤리 가이드라인을 마련[27]하는 등 윤리적 부분이 강조되고 있어, 인공지능 기술의 발전과 함께 윤리적 문제에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있음을 파악할 수 있다.

인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 효과성 검증에 관한 연구(토픽 1)는 2017년부터 현재까지 꾸준히 이루어지고 있음을 알 수 있다.

인공지능과의 관계 및 윤리에 관한 연구(토픽 2)는 증가하는 추세를 보이고 있다. 인공지능 기술이 발전하면서 나타난 인공지능 챗봇의 차별적 혐오 발언, 개인정보 유출 및 오남용 등과 같은 사회적 문제에 대응하기 위해, 국내외 정부와 기업들은 윤리적 문제에 대응하려는 노력을 기울이고 있다[24]. 이에 따라 교육 분야에서도 관련 연구가 증가하고 있는 것으로 분석된다.

국내 초등 인공지능교육 관련 연구가 이루어지기 시작한 초반에는 인공지능교육을 위한 기반 연구(토픽 3)가 활발히 이루어졌다. 시간이 지나며 관련 연구가 충분히 이루어져 그 비중이 줄어든 것으로 분석된다.

인공지능 기술에 대한 높은 기대와 관심으로 2017년에는 인공지능 사회에 대비한 교육 연구(토픽 4)가 활발히 이루어졌다. 그러나 시간이 지남에 따라 인공지능 기술의 발전과 다양한 분야로의 확장으로 인해 인공지능 사회에 대비한 교육 연구보다는 인공지능 기술의 실질적인 적용과 그에 따른 효과 분석에 더 많은 중점을 두게 되었다.

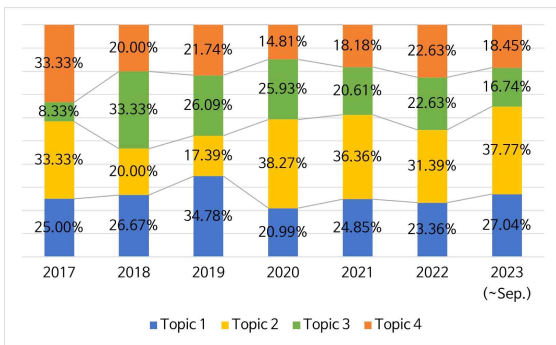


Figure 16. Percentage of topics by year

5. 결론 및 제언

본 연구는 국내 초등 인공지능교육의 연구 동향을

분석하기 위해 2017년부터 2023년 9월까지 발표된 국내 초등 인공지능교육 관련 논문의 제목, 키워드, 국문 초록을 대상으로 LDA 기반의 토픽 모델링, 연도별 토픽 변화를 분석하였다. 본 연구를 통해 도출한 결론은 다음과 같다.

첫째, 수집한 초등 인공지능교육 관련 논문에서 추출한 4,360개의 명사 중 융합, 교사, 데이터, 학습자, 영어, 윤리, 수학의 순으로 자주 등장하였다. 이를 통해 초등 인공지능교육은 주로 여러 가지 교과와 융합하여 이루어졌으며, 교사나 학습자와 관련하여 연구가 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

둘째, LDA 기반 토픽 모델링을 실시하여 4개의 토픽을 추출하였다. 토픽별 논문 수에 근거하여 살펴볼 때 토픽 2, 토픽 1, 토픽 3, 토픽 4의 순으로 많은 연구가 이루어졌다. 이를 통해 인공지능 기술의 발전과 더불어 사회적·윤리적 문제에 대한 관심이 높아지고 있음을 확인할 수 있으며, 인공지능의 교육적 활용과 효과성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다.

셋째, 4개의 토픽을 구성하는 논문 데이터를 대상으로 LDA 기반의 토픽 모델링을 각각 한 번 더 수행하여 최종 14개의 하위 토픽을 도출하였다. 그 중 ‘데이터 과학 기반의 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 적용 연구’, ‘인공지능 기반 창의적 교육 프로그램 개발 및 적용 연구’ 등 8개의 하위 토픽은 인공지능교육 프로그램의 개발 및 적용과 관련 있는 내용으로 확인되었다. 이는 초등 인공지능교육과 관련된 다양한 분야에서 인공지능 융합 교육 프로그램 관련 연구가 활발히 이루어지고 있음을 나타낸다. 반면 ‘인공지능 기반 수업 시스템 설계 및 적용 연구’나 ‘인공지능 활용 교육의 실효성 및 확산 방안 탐색 연구’는 전체 논문의 5% 미만을 차지하며 상대적으로 적은 수의 연구만 이루어져, 초등 인공지능교육과 관련한 연구는 특정 주제에 연구가 치중되어 있음을 확인하였다.

넷째, 2017년부터 2023년 9월까지 연도별 토픽 비중의 변화를 분석한 결과, 2018~2019년을 제외한 모든 시기에 인공지능과의 관계 및 윤리에 관한 연구(토픽 2)의 비중이 높았다. 초기의 인공지능 윤리는 트롤리 딜레마처럼 인공지능을 어떻게 윤리적으로 구현할 것인가에 집중되었으나, 생성형 인공지능의 발전과 함께 연구의 초점은 인공지능을 어떻게 윤리적으로 사용할 것인가로 옮겨가며 이와 관련된 다양한 이슈들이 제기되고 있다[28]. 이에 따라 인공지능과의 관계 및 윤리에 관한 연구가 꾸준히 이루어지고 있는 것으로 분석된다.

본 연구의 분석 결과를 바탕으로 시사점을 제시하면

다음과 같다.

첫째, 여러 가지 인공지능 융합 교육 프로그램이 실제 교육 현장에서 활용될 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 인공지능 융합 교육 프로그램의 개발 및 적용과 관련된 연구가 활발히 이루어지고 있는 만큼, 단순히 연구에 그치지 않고 초등학교 현장에서 실질적으로 적용될 수 있도록 해야 한다. 인공지능 융합 교육 프로그램의 실제 현장에서의 적용을 통해 학생들은 인공지능 기술을 폭넓게 이해하고 실제 문제 해결에 적용할 수 있는 능력을 기를 수 있다.

둘째, 인공지능 윤리 교육에 대한 연구를 지속적으로 수행하고 관련 교육과정을 개선해야 한다. 초등 인공지능교육 연구에서 ‘인공지능과의 관계 및 윤리에 관한 연구’의 비중이 지속적으로 높게 나타난 것은, 급속도로 발전하는 인공지능 기술이 야기할 수 있는 윤리적 문제에 대한 대응이 필요함을 시사한다. 인공지능 기술과 관련된 윤리적 문제는 계속해서 변화하고 있기 때문에, 인공지능 윤리와 관련된 교육과정도 이에 맞추어 지속적으로 개선되어야 한다. 이를 통해 학생들이 최신의 인공지능 윤리 및 사회적 영향에 대해 이해하고 관련 논의에 적극적으로 참여할 수 있도록 하는 교육이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 초등 인공지능교육과 관련하여 다양한 주제의 연구가 이루어질 필요가 있다. ‘인공지능 기반 수업 시스템 설계 및 적용 연구’나 ‘인공지능 활용 교육의 실효성 및 확산 방안 탐색 연구’와 같은 주제는 전체 논문의 5% 미만을 차지하며 상대적으로 적은 수의 연구만 이루어졌다. 이는 초등 인공지능교육 연구가 특정 주제에 치중되어 있음을 나타낸다. 따라서 향후 연구에서는 다양한 주제에 대한 연구가 필요하며, 이를 통해 인공지능 교육의 전반적인 이해와 개선이 이루어질 수 있도록 해야 한다. 예를 들어, 교사의 인식 및 요구와 관련된 연구나 인공지능교육의 실효성을 바탕으로 교육정책을 개선하는 연구 등이 더 필요하다.

본 연구는 국내 초등 인공지능교육 연구 동향을 종합적으로 분석하여 시사점을 도출하고 추후 연구의 방향을 제시했다는 데 의의가 있다. 이러한 연구를 토대로 앞으로의 초등 인공지능 교육 연구 방향을 제시하며, 초등 인공지능 교육에 관한 기본 자료로 활용될 수 있길 기대한다.

참고문헌

- [1] Ministry of Education. (2023, February 23). Opening the 'Era of Customized Education for All' with digital education using artificial intelligence. Ministry of Education Press Release.
- [2] Ryu, M., & Han, S. (2019). AI Education Programs for Deep-Learning Concepts. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 23(6), 583-590.
- [3] Kim, J., & Lee, C. (2021). Development of STEAM Program for Artificial Intelligence Ethic Education for Elementary School Student. *Journal of The Korean Association of Artificial Intelligence Education*, 11(1), 21-28.
- [4] Song, J. (2020). Development of Play-Centered Korean Language Education Program for Low-End Elementary School Students Using Artificial Intelligence Tools. *Journal of Practical Engineering Education*, 12(2), 301-308.
- [5] Han, S. (2020). A framework for artificial intelligence education. *Education Square*, 73 6-9.
- [6] Ministry of Education. (2015). Guidelines for the operation of software education.
- [7] Ministry of Education. (2021). Major issues in the general theory of the revised 2022 curriculum (draft).
- [8] Jang, H. (2020). The Domestic Research Trends of Artificial Intelligence Related in Elementary Practical Arts Education. *The Journal of Korea elementary education*, 31, 33-48.
- [9] Shim, J. (2021). Analysis of Research Trends in Elementary Information Education in Korea using Topic Modeling. *Journal of the Korean Association of information Education*, 25(2), 347-354.
- [10] Jung, Y., & Kim, H. (2021). Analysis of Overseas Research Trends Related to Artificial Intelligence(AI) in Elementary, Middle and High School Education. *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 52(3), 313-334.
- [11] Noh, J., Ko, H., Kim, B., & Huh, N. (2023). An Analysis of the International Trends of Research on Artificial Intelligence in Education Using Topic Modeling. *Journal of the Korean School Mathematics*, 28(1), 1-19.
- [12] Kang, B., Song, M., & Jho, H. (2013). A Study on Opinion Mining of Newspaper Texts based on Topic Modeling. *Journal of the Korean Society for Library and Information Science*, 47(4), 315-334. DOI : <http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2013.47.4.315>
- [13] Kim, G., & Noh, H. (2019). Research Trends of Regional Geography Education Using Topic Modeling.

Social Studies Education, 58(4), 49-67. DOI : 10.37561/sse.2019.12.58.4.49

[14] Blei, D. M. (2012). Probabilistic topic models. *Communication of the ACM*, 55(4), 77-84.

[15] Kim, J. (2022). Analysis on the Trend and Topics of Researches on French Language Education Based on LDA Topic Modeling. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(13), 47-58. DOI : <http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2022.22.13.47>

[16] Lee, J. (2021). Trends of Financial Education Research Using Topic Modeling. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(19), 693-708.

[17] Lim, J., Oh, Y., & Ahn, M. (2021). An Analysis of Research Trends on Maker Education Using LDA-based Topic Modeling. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 27(3). DOI : 1189-1219, 10.15833/KAFEIAM.27.3.1189

[18] You, H., & Chung, D. (2023). A Research Trend Analysis of Data Policy using Text Mining. *Journal of the Korea Contents Association*, 23(3), 17-26. DOI : 10.5392/JKCA.2023.23.03.017

[19] Kwon, J. (2023). Analysis of Domestic Research Trends Related to Anti-Hallyu Using Topic Modeling. *Journal of Culture-territory Studies*, 4(1), 5-42.

[20] Han, S. & Kim, T. (2022). Research Trends of Artificial Intelligence Education in Korea: Keyword and Topic Analysis focused on LDA. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(13), 281-294. DOI : <http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2022.22.13.281>

[21] Kim, S. (2021). Research Trends in Elementary and Secondary School Artificial Intelligence Education Using Topic Modeling and Problems in Technology Education. *The Korean Journal of Technology Education*, 21(1), 106-124.

[22] Kim, M., & Park, S. (2023). Analysis of AI Ethics Research Trends Using Text Mining. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 27(1), 23-33.

[23] Yoon, M., Lee, J., & Baek, J. (2016). Topophilia Convergence Science Education for Enhancing Learning Capabilities in the Age of Artificial Intelligence Based on the Case of Challenge Match Lee Sedol and AlphaGo. *Journal of the Korea Convergence Society*, 7(4), 123-131.

[24] Lee, C., & Kim, U. (2020). A Research Trend Analysis of Computer Education Using Topic Modeling. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 23(6), 15-23.

[25] Moon, J. (2023). Accounting Education Research Trend

Analysis Using Topic Modeling. *Korean Business Education Review*, 38(1), 67-88. DOI : 10.23839/kabe.2023.38.1.67

[26] Kim, N., & Lee, N. (2021). An Analysis of Changes in Social Issues Related to Patient Safety Using Topic Modeling and Word Co-occurrence Analysis. *Journal of the Korea Contents Association*, 21(1), 92-104.

[27] Bae, Y., & Kim, Y. (2022). *An Exploratory Study on the Ethical Issues of Artificial Intelligence*. Suwon. Gyeonggi Research Institute.

[28] Kim, Y. (2023). Legal Issues in Generative Artificial Intelligence Models. *Journal of Korea Information Law*, 27(1), 77-112.

김수진



2012년 공주교육대학교
초등교육과(교육학사)
2024년 충남대학교 AI융합교육전공
(교육학석사)

2012~현재 대전광역시 초등교사
관심분야: SW · AI 교육, 생성형 AI, 에듀테크, 텍스트 마이닝
E-Mail: roasjkim@gmail.com

문지훈



2015년 한성대학교 정보통신공학과
(공학사)
2021년 고려대학교 전기전자공학과
(공학박사)

2022년 ~ 현재 순천향대학교 AI · 빅데이터학과 조교수
관심분야: AI 교육, 데이터 마이닝, 정보 추출, 기계학습
E-Mail: jmoon22@sch.ac.kr

김용성



2009년 충남대학교
전자공학교육과(공학사)
2013년 고려대학교 전자컴퓨터공학과
(공학석사)
2018년 고려대학교 전기전자공학과
(공학박사)

2022년 ~ 현재 충남대학교 사범대학 기술교육과 조교수
관심분야: SW · AI 교육, 데이터 마이닝, 인공지능, 기계학습
E-Mail: kys1001@cnu.ac.kr

부 록

<표 1> IDF 값이 1 미만인 단어(가나다 순)

단어
개발, 결과, 과정, 관계, 교육, 교육과정, 기반, 기술, 내용, 대상, 목적, 문제, 방법, 변화, 분석, 사회, 수업, 연구, 영향, 인공지능, 적용, 초등, 초등학교, 초등학생, 프로그램, 필요, 학년, 학생, 학습, 향상, 확인, 활용, 효과

<표 2> TF-IDF 값이 낮은 15개 단어

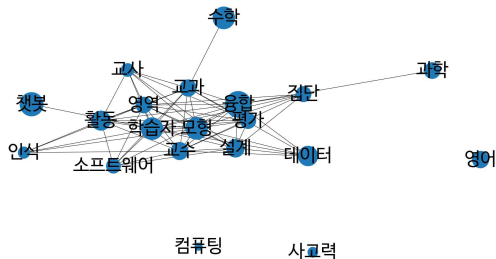
순	단어	순	단어	순	단어
1	목적	6	실시	11	진행
2	바탕	7	확인	12	제시
3	다음	8	공정	13	차시
4	대상	9	현장	14	검증
5	기대	10	수준	15	유의미

<표 3> 출현 빈도가 높은 상위 20개 명사별 빈도수

순	단어	빈도	순	단어	빈도
1	융합	1098	11	교과	636
2	교사	1035	12	역량	610
3	데이터	953	13	교수	586
4	학습자	809	14	영역	577
5	영어	731	15	설계	540
6	윤리	716	16	모형	521
7	수학	714	17	능력	521
8	활동	651	18	챗봇	494
9	인식	641	19	해결	492
10	소프트웨어	638	20	학교	470

<표 4> LDA 토픽별 분포 및 주요 키워드

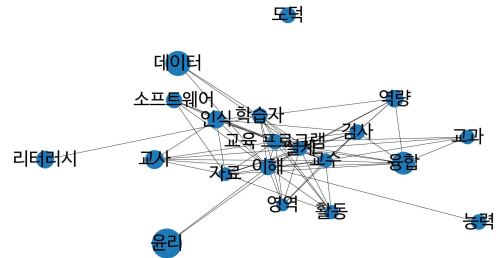
토픽	논문 수 (비율)	주요 키워드
1	168 (25.2%)	융합, 수학, 챗봇, 학습자, 데이터, 모형, 설계, 교수, 활동, 교과, 평가, 영역, 사고력, 컴퓨팅, 영어, 교사, 집단, 소프트웨어, 과학, 인식
2	233 (35.0%)	윤리, 융합, 데이터, 교사, 인식, 학습자, 교과, 소프트웨어, 역량, 활동, 리더러시, 능력, 교육 프로그램, 영역, 검사, 이해, 자료, 교수, 도덕, 설계
3	137 (20.6%)	교사, 영어, 소프트웨어, 학교, 환경, 수학, 교과, 역량, 활동, 영역, 데이터, 정보, 교수, 융합, 학습자, 단계, 설계, 주제, 평가, 도구
4	128 (19.2%)	교사, 영어, 리더러시, 학습자, 인식, 데이터, 기술, 능력, 시스템, 활동, 과학, 로봇, 교수, 진로, 도구, 미래, 융합, 영역, 팽독, 평가



[그림 4] 토픽 1의 연관 규칙 시각화

<표 5> 토픽 1의 LDA 토픽별 분포 및 주요 키워드

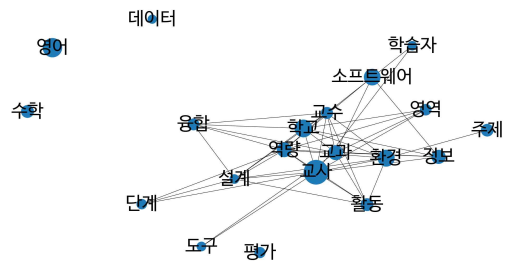
토픽	논문 수 (비율)	주요 키워드
1-(1)	60 (35.7%)	모형, 학습자, 과학, 교수, 챗봇, 설계, 데이터, 단계, 교과, 소프트웨어
1-(2)	45 (26.8%)	챗봇, 학습자, 활동, 컴퓨팅, 사고력, 설계, 모형, 영역, 영어, 데이터
1-(3)	40 (23.8%)	수학, 영역, 데이터, 교과, 집단, 챗봇, 평가, 영어, 기준, 소프트웨어
1-(4)	23 (13.7%)	수학, 활동, 챗봇, 학습자, 모형, 제작, 교과, 교수, 해결, 영역



[그림 7] 토픽 2의 연관 규칙 시각화

<표 6> 토픽 2의 LDA 토픽별 분포 및 주요 키워드

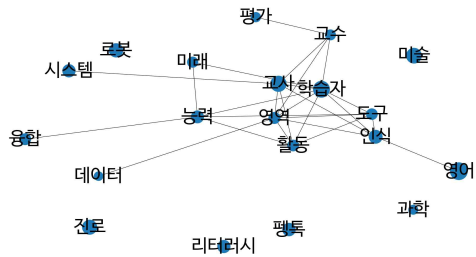
토픽	논문 수 (비율)	주요 키워드
2-(1)	133 (57.1%)	윤리, 융합, 데이터, 교사, 리더러시, 역량, 인식, 이해, 교육 프로그램, 학습자
2-(2)	53 (22.7%)	데이터, 도덕, 모델, 능력, 머신러닝, 컴퓨팅, 소프트웨어, 해결, 검사, 인간
2-(3)	47 (20.2%)	윤리, 데이터, 단계, 학습자, 교수, 소프트웨어, 자료, 설계, 집단, 인식



[그림 10] 토픽 3의 연관 규칙 시각화

<표 7> 토픽 3의 LDA 토픽별 분포 및 주요 키워드

토픽	논문 수 (비율)	주요 키워드
3-(1)	63 (46.0%)	교사, 영어, 학교, 소프트웨어, 인식, 역량, 환경, 유아, 활동, 교수
3-(2)	38 (27.7%)	수학, 교과, 영재교육, 환경, 정보, 역량, 영역, 주제, 한국, 기준
3-(3)	36 (26.3%)	환경, 학교, 정보, 영어, 소프트웨어, 교사, 주제, 활동, 온라인, 교과



[그림 13] 토픽 4의 연관 규칙 시각화

<표 8> 토픽 4의 LDA 토픽별 분포 및 주요 키워드

토픽	논문 수 (비율)	주요 키워드
4-(1)	37 (28.9%)	영어, 학습자, 평가, 미술, 교사, 융합, 능력, 인식, 프로그래밍, 도구
4-(2)	43 (33.6%)	진로, 미술, 과학, 소프트웨어, 활동, 리터러시, 역량, 태도, 참여, 주도
4-(3)	26 (20.3%)	진로, 교사, 시스템, 로봇, 설계, 영어, 지원, 학습자, 전략, 영역
4-(4)	22 (17.2%)	로봇, 학습자, 평가, 영어, 시스템, 인식, 인간, 교사, 흥미, 기초

<표 9> LDA 토픽별 분포

토픽 명	하위 토픽 명	논문 수 (비율)
1. 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 효과성 검증 연구	1-(1) 데이터과학 기반의 인공지능 융합 교육 개발 및 적용 연구	60 (9.0%)
	1-(2) 인공지능 기반 창의적 교육 프로그램 개발 및 적용 연구	45 (6.8%)
	1-(3) 인공지능 활용 교과 교육 프로그램 개발 및 적용 연구	40 (6.0%)
	1-(4) 인공지능 도구 이해 및 활용 교육 프로그램 개발 및 적용 연구	23 (3.5%)
2. 인공지능과의 관계 및 윤리에 관한 연구	2-(1) 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 정의적 영역에의 영향 연구	133 (20.0%)
	2-(2) 인공지능 윤리교육을 위한 기반 연구	53 (8.0%)
	2-(3) 인공지능 윤리교육 프로그램 개발 및 적용 연구	47 (7.1%)
3. 인공지능교육을 위한 기반 연구	3-(1) 인공지능교육 프로그램 개발 및 교사 인식 연구	63 (9.5%)
	3-(2) 인공지능교육 현황 연구	38 (5.7%)
	3-(3) 인공지능교육의 효과 및 타당성 검증 연구	36 (5.4%)
4. 인공지능 사회에 대비한 교육 연구	4-(1) 인공지능 기술의 교육적 활용 방향 및 수요자 인식 연구	37 (5.6%)
	4-(2) 인공지능 기반 진로교육 프로그램 개발 및 효과 연구	43 (6.5%)
	4-(3) 인공지능 기반 수업 시스템 설계 및 적용 연구	26 (3.9%)
	4-(4) 인공지능 활용 교육의 실효성 및 확산 방안 연구	22 (3.3%)