

글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 프로그램 개발 및 적용

조현기*

Development and Application of AI Convergence Education Program to Improve Global Systems Thinking

Hyungi Cho*

요약 : 본 연구는 AI 융합교육 프로그램을 개발 및 적용해 봄으로써 프로그램이 학생들의 글로벌 시스템 사고에 영향을 미치는지 분석한 것이다. 본 프로그램은 글로벌 시스템을 전형적으로 보여주는 해양 플라스틱 쓰레기 문제를 해결하기 위해 시스템 사고 모델과 머신러닝 알고리즘 지도 모델의 융합하여 설계하였다. 프로그램은 전문가의 내적 타당도 검사와 학생들을 대상으로 한 예비연구를 통해서 수정 및 보완하였다. 본 프로그램을 적용한 이후에 검사지와 활동지를 통해서 학생들의 변화를 탐색한 결과, 학생들의 글로벌 시스템 사고에 유의미한 변화가 나타났다. 글로벌 시스템 사고의 세부 영역 중에서는 개인숙련과 시스템 분석 영역에서만 유의미한 변화가 나타났고 다른 영역은 유의미하지 않았다. 또한, 학생들은 글로벌 시스템에 대한 개념의 범위가 확장되고 개념 간의 관계를 다층적으로 제시할 수 있게 되었다. 복잡한 시스템에 대한 인식은 자연스럽게 문제 해결 과정에서 인공지능 기술의 필요성까지 확대되었다.

주요어 : 글로벌 시스템 사고, AI 융합교육, 글로벌 문제, 머신러닝, 프로그램 개발

Abstract : This study analyzes whether the development and implementation of an AI convergence education program improves students' global systems thinking. To address the issue of marine plastic pollution, which is typical of global systems, this software was created by merging a systems thinking model with a machine learning algorithm model. Experts adjusted and enhanced the software through an internal validity test and a pilot study with students. After implementing the curriculum, assessment and activity sheets were used to examine the changes in students' thinking, which revealed considerable improvements in global systems thinking. Individual abilities and system analysis were the only specific aspects of global systems thinking that demonstrated considerable change, whereas the others did not. In addition, students increased their knowledge of global systems and were capable of expressing the hierarchical links between ideas. Their understanding of complicated systems inevitably led to the conclusion that problem-solving procedures require artificial intelligence technologies.

Key Words : Global system thinking, AI convergence education, Global problem, Machine learning, Program development

I. 서론

인류의 과학 기술이 빠르게 발전하고 있지만 인간의 거주 환경이 과거에 비해 좋아졌다고 단언하기에는 어

려움이 있다. 정치, 경제, 환경, 문화 등 다양한 측면에서 문제는 발생하고 있으며 문제의 범위나 깊이가 심화되고 있다. 이러한 문제들은 인류의 생존을 위협하고 있다. 예컨대, 플라스틱 오염 문제는 UN에서 행성 위기

*서울명원초등학교 교사(Teacher, Seoul Myoungwon Elementary School, gusr1727@naver.com)

(planetary crisis)라고 부를 정도로 심각한 상황이다 (MacLeod *et al.*, 2021). 플라스틱은 이제 지구 전체 어디든지 존재하며 인간의 삶에 파괴적인 영향을 미친다 (Borrelle *et al.*, 2020). 우리가 흔히 알고 있는 플라스틱 오염으로 인한 문제는 플라스틱 섭취로 인한 해양 생물들의 폐사이지만 현재 발생하고 있는 문제와 미래에 발생하게 될 문제는 우리의 생각보다 심각하다. 플라스틱 오염으로 발생하는 문제는 상호 연결된 자연 안에서 다양한 형태로 발생한다. 해양 생물들의 폐사를 시작으로 지구의 탄소 순환을 책임지는 플랑크톤, 산호초, 맹그로브 숲 등을 결정적인 피해를 입히고 있으며(Mattsson *et al.*, 2017), 플라스틱에서 침출되는 화학적 오염 물질들이 대부분의 해양 생물을 화학적으로 변화시키고 있다 (Rochman, 2015). 이러한 변화는 인간의 식단에서도 발견되어 궁극적으로 해양 생물을 섭취하는 모든 인간의 세포까지 변화시킬 수 있다(WWF, 2022). 플라스틱 오염은 단순한 환경 문제이기보다는 그 원인과 결과에서 정치·경제·사회·문화 등 다양한 영역들이 복합적으로 구성되어 있으며 국지적으로 제한된 장소에서 발생하기보다는 경계의 구분 없이 글로벌 수준에서 발생한다. 앞으로 발생하는 문제들은 복잡성과 범위에서 현재보다 더욱 심화될 것으로 예상되기 때문에 미래 사회의 시민들에게는 이러한 문제를 해결할 수 있는 사고가 요구된다.

글로벌 수준에서의 환경 문제를 이해하기 위해서는 글로벌화(globalization)와 지리교육에 대한 이해가 요구된다. 글로벌화는 정치, 경제, 환경, 문화 등 다양한 차원에서 연결성 강화에서 발생하고 있으며 이는 요소 간의 상호 의존성 증대와 새로운 문제의 발생으로 나타난다. 최근에는 이러한 현상을 Volatile(변동성), Uncertain(불확실성), Complex(복잡성), Ambiguous(모호성)을 의미하는 'VUCA의 세계'로 지칭한다(이종구, 2021:48). 급격한 사회 변화로 인하여 시민들은 기존의 사고 방법으로는 VUCA의 성격을 가진 문제를 해결하는 데에 어려움을 느끼고 있다. 글로벌화가 지구의 지표면 위에서 일어나는 인간과 자연의 복잡한 상호작용의 결과라면 글로벌 문제의 해결을 위해서는 지리의 관점에서 문제를 바라보고 해결할 수 있는 역량이 필요하다. 특히, VUCA가 지구상의 다양한 장소들에서 발생하는 특징이라면 지리적 사고를 바탕으로 학제적 접근을 추구하고 통합적인 시각이 필요하다. 본 연구자는 지리적 사고와 통합적 시각의 간격을 줄이는 연결고리로 시스템 사고(systems thinking)를 설정하였다. 글로벌화된 세계는 각 요소들

이 단순하게 합쳐진 합의 조합이기보다는 기존에는 존재하지 않던 새로운 시너지가 발생하는 시스템의 성격을 가지게 된다. 시스템은 부분의 합보다 더 큰 전체의 시너지 효과가 특징이며 전반적으로 복잡하고 상호 의존적인 요소들의 집합이다(Briscoe, 2015:7). 즉, 글로벌이라는 대상을 이해하기 위해서는 단편적인 사고보다는 시스템 사고를 통해서 이해가 가능하다. 시스템을 이해하기 위해서는 시스템을 요소, 상호 연결, 기능 또는 목적의 관점에서 바라볼 필요가 있다. 본 연구에서는 VUCA 성격을 지닌 글로벌 문제를 해결할 수 있는 미래 사회의 시민 역량으로 글로벌 시스템 역량을 함양하기 위한 목적을 가지고 있다.

점차 복잡해지는 문제를 해결하기 위해서 시스템 사고를 적용하는 과정에서 시민들은 인공지능 프로젝트를 위한 데이터 설계 및 구성과 인공지능 기술을 적용할 수 있는 역량이 요청되고 있다. 이 과정에서 시민들은 문제의 근본적인 원인을 식별하기 위한 도구와 접근 방법을 사용할 수 있고 알고리즘을 활용하여 문제를 해결할 수 있는 역량이 필요하다. 특히, 인공지능은 시스템 사고의 핵심적인 요소 중 하나인 큰 그림에서 문제를 인식할 수 있도록 해주며 복잡한 문제의 예측 불가능성과 예기치 않은 결과를 대비할 수 있도록 한다(Broadband Commission, 2022). 인공지능은 인간의 역량으로 인식 및 해결이 불가능하던 문제까지도 해결할 수 있는 역량을 증진시키는 데 기여하고 있다(Cerf, 2013:96). 인공지능 활용으로 인한 인간 역량의 증진을 증강 지능(Augmented Intelligence)이라고 하며 이는 더욱 복잡한 문제를 해결해야 하는 미래 사회의 학생들에게 필요한 과정이기도 하다(Holmes *et al.*, 2019, 정제영·이선복 역, 2020:30-32). 특히, 지속가능성과 관련된 모든 인류 문제를 해결하기 위해 인공지능 기술을 활용하는 것은 4차 산업혁명 시대에 가장 윤리적인 일이다(Joppa, 2017:325-328). Microsoft는 Azure를 활용하여 환경 문제를 해결하기 위한 'AI for Earth' 프로젝트를 실시하고 있으며 이는 지구를 보고하고 인간들이 지구를 위해 인공지능 기술을 활용할 수 있는 기반을 마련하였다(Microsoft 'AI for Earth'). 그래서 학생들은 복잡한 맥락을 가지고 있는 문제에 인공지능 알고리즘을 적용해보는 과정을 통해 미래 사회의 시민 역량을 형성할 필요가 있다. 그러므로 본 연구에서는 초등학교들의 글로벌 시스템 사고를 함양하기 위해 인공지능 융합교육 프로그램을 설계 및 적용하였다.

II. 이론적 배경

1. 글로벌 시스템 사고

글로벌 시스템 사고(Global system thinking)는 기존의 시스템 사고 개념을 글로벌 수준에서 재개념화한 개념이다. 시스템 사고는 전체론적인 관점에서 부분보다는 전체에 집중하여 복잡한 문제를 해결하는 데 초점을 두고 있다. 이는 단순하게 전체를 바라보기 보다는 시스템 내에 있는 요소들을 상호 연결성과 상호 의존성의 관점에서 바라보고 문제 해결 방법을 찾아간다(Briscoe, 2015:14-15). 시스템 사고를 잘 하는 사람은 복잡 적응계에 대해 잘 이해하고 역동적이고 지속적으로 변화하는 상황을 빠르게 인식할 수 있으며 예상치 못한 변수에 대응가능하며 행위의 결과에 대한 피드백을 중요하게 생각한다(Best and Holmes, 2010:148). 최근 기술의 발달을 시작으로 과거에 비해 사회가 급격한 글로벌화 상황에 놓이기 시작하였다. 특히, VUCA라고 불리는 변동성, 불확실성, 복잡성, 모호성이 증가하고 있으며 인류가 직면한 문제들이 대부분 글로벌 수준에서 일어나고 해결할 필요성을 가지게 되었다. 이를 위해 미래 사회의 시민들은 글로벌 수준에서 문제를 해결할 수 있어야 하며 이는 글로벌과 시스템 사고의 결합을 통해서 접근이 가능하다.

인류 사회 문제가 과거에 비해 복잡해지고 다층적으로 변화하면서 UNESCO(2010)에서도 글로벌 시스템 사고를 미래 사회 리더십 중 하나로 바라보았다. 이들은 사회적, 환경적, 경제적 차원에서 전체론적인 문제 해결 방안을 만들어 실천할 수 있는 시민 양성을 목적으로 하고 있으며 이는 글로벌 수준에서 이루어져야 한다고 한다. 특히, EFA(Education for All)의 관점에서 미래 사회 역량으로 모든 수준의 교육 시스템에 글로벌 시스템 사고를 적용하는 것을 추구한다. UNCSEO의 예에서 알 수 있듯이 글로벌 시스템 사고는 인류가 직면하고 있는 모든 문제를 해결할 수 있는 기본 소양의 입장에서 다루어져야 하고 미래 사회의 교육 방법으로서 그 위상을 가진다. 본 연구에서는 학생들에게 글로벌 문제를 보다 효과적으로 해결할 수 있는 글로벌 시스템 사고를 학생들에게 함양시키는 것을 목적으로 하고 있다.

인간과 자연 그리고 인간이 창조해낸 것들과의 상호 연결성이 증가하면서 지리학적 문제의 복잡성은 증대하

고 이는 글로벌 문제로 확장되고 있다. 글로벌 문제를 해결하기 위한 하나의 방법으로 시스템 사고를 고려한다면 지리교육 분야에서 시스템 사고를 다룬 국내외 연구에 대한 탐색이 필수적이다. 국내에서는 장의선(2007)의 시스템 사고의 지리적 사고에 대한 함의를 탐구한 연구가 대표적이다. 연구에서는 시스템 사고의 교육적 가능성과 지리교육에 적용 가능성을 제시하였다. 하지만, 실제 지리 수업에서의 적용이나 학생들의 시스템 사고에 대한 연구는 이루어지지 않아 이론적인 접근에 머물렀다. 국외에서는 국내보다 지리교육에서의 시스템 사고 연구가 활발하게 진행되고 있었다. Cox *et al.*(2017)은 고등학교 학생들의 지리학에서의 시스템 사고를 탐색하는 연구를 실시하였다. 그들은 복잡해지는 지리 문제들을 해결하기 위해서는 시스템 사고가 필수적이라고 보고 있었으며 반대로 지리학은 시스템 전체와 그 구성 요소들 간 연결성을 이해하는데 도움을 주는 상호보완적인 관계를 제시하였다. 이어서 Cox *et al.*(2018)은 시스템 사고가 지구의 지속 가능성에 대한 요구가 확대되는 상황에서 다양한 변수 간 상호작용을 이해하는 데 도움을 준다고 주장하였다. 특히, 지리교육은 시스템 사고를 가르치는데 가장 핵심적인 교과이며 지리 수업을 통해서 시스템 사고를 촉진할 수 있는 방안을 연구하였다. 마지막으로 Mehren and Rempfler(2022)는 지리학에서 시스템 사고의 평가에 대한 연구를 실시하였다. 그들은 시스템 사고를 지리교육의 근본적인 개념으로 바라보고 시스템 사고를 지리적 현상의 인지 및 정서적 부분의 상위 원칙으로 고려하고 있었다. 이렇듯 지리교육은 학생들의 시스템 사고를 향상시키는 데에 핵심적인 교과로서 그 위상을 가진다.

글로벌 시스템 사고는 기존의 시스템 사고의 관점에서 학생들이 세상을 보는 렌즈를 글로벌 수준으로 넓히는 것을 목표로 한다. 시스템 사고가 전체론적인 특징을 가지고 있지만 글로벌 시스템 사고는 이를 넘어서서 의사소통, 협업, 비판적 사고 및 공감과 같은 글로벌 역량을 함께 추구하는 시스템 사고로 볼 수 있다. 특히, UN에서 제시하는 지속 가능한 발전 목표(Sustainable Development Goals)를 학생들이 지역적 맥락에서 글로벌 문제를 검토할 수 있는 연결 다리 역할을 담당할 수 있다. 본 연구에서는 글로벌 시스템 사고를 개념화하기 위해서 시스템 사고와 지속 가능한 발전 목표의 융합적으로 제시하고자 한다.

시스템 사고는 비선형적인 특징으로 바탕으로 하고 있기 때문에 인과관계가 명확하기 보다는 다양한 원인과 결과가 거미줄(web)의 형태를 가지고 있다. 즉, 원인을 정확하게 파악했다고 하더라도 결과를 정확하게 예측하기에는 어려움이 따른다(National Cancer Institute, 2007). 이렇듯 시스템 사고는 부분에서 전체로의 사고를 추구하며 전체의 맥락(context) 속에서만 시스템을 이해할 수 있는 연결망 사고(network thinking), 구성요소들의 상호맥락적인 인과관계를 파악하는 피드백 사고 혹은 과정 사고(process thinking)와 이러한 동적이고 복잡한 변화를 조절하는 조정적 사고(steering thinking)의 특징을 가지고 있다(장의선, 2007:81-82). 이러한 시스템 사고에서 가장 중요한 특징은 피드백(feedback)이다. 피드백은 시스템을 끊임없이 변화시키며 존재시키는 요소(김동환, 2004:126-130)로 피드백 구조를 인식하고 문제 해결 과정에 반영하는 것이 시스템 사고를 발전시키는 데에 효과적이다.

글로벌 시스템 사고는 시스템 분석, 정신모델, 개인숙련, 공유비전, 팀 학습으로 구성된다. 시스템 분석은 다양한 관점에서 대상을 고려할 수 있는 역량, 정신모델은 외부와의 상호작용을 통해 나타나는 사고 과정의 변화, 개인숙련은 스스로의 목표 달성 그 과정에서 나타나는 변화 모습, 공유비전은 조직을 시스템적으로 이끌어 나갈 수 있는 리더십, 팀 학습은 집단 간 상호작용과 그 과정에서 나타나는 변화로 정의할 수 있다(이효녕 등, 2013:997-999). 본 연구에서는 학생들의 글로벌 시스템 사고를 하위 요소와 관련지어 프로그램에 반영하였으며 검사도구를 영역별로 구성하여 세부적으로 학생들의 변화를 알아보고자 하였다.

2. AI 융합교육

인공지능은 사회 전반적으로 다양한 영향력을 미치고 있으며 한계도 정해지지 않은 범용적인 기술이다. 본 연구에서 바라보는 인공지능은 시스템을 빠르고 정확하게 인식하는 관점과 기존의 문제 해결 방법을 보다 확장하는 관점이다. 인공지능은 주어진 데이터를 활용하여 복합적인 시스템 구조를 파악하고 적절한 문제 해결 방법을 제시하는 데에 장점을 가지고 있다. 예를 들면, 미국에서는 국가의 건강 관리 시스템의 문제를 파악하기 위해 인공지능을 활용하였으며 분석을 바탕으로 효율성을

확보하고자 하였다(Strachna and Asan, 2021). 또한, 호주 카카두 국립공원에서는 가치 기리기 개체 수 보호를 위한 생태계 시스템을 이해하고 문제를 해결하기 위해 인공지능 기술을 활용하였다(The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation). 이러한 사회적 변화에 따라 지리적 문제를 해결하는 과정에서 인공지능 기술을 적극적으로 활용하는 방안이 연구되어야 하며 지리교육에서도 인공지능을 활용한 교수학습방법에 대한 논의가 이루어져야 한다. 본 연구는 초등학교들이 글로벌 문제를 해결하는 과정에서 글로벌 시스템 사고를 함양하는 데에 목적이 있으므로 인공지능 기술을 해결 과정에 적용하여 사회적 흐름을 반영하고자 하였다. 교과교육 분야에 인공지능을 적용하는 과정은 AI 융합교육이 대표적이며 문제 해결을 위한 관점에서 이를 개념화하는 과정이 필요하다.

AI 융합교육을 보다 체계적으로 정의하기 위해서는 융합에 대해 먼저 논의할 필요가 있다. 교육부는 융합인재를 양성하기 위한 교육으로 STEAM 교육을 제시하고 있다. STEAM 교육은 Science, Technology, Engineering, Arts와 Mathematics의 약자로 과학 기술에 대한 학생들의 이해와 흥미를 높이고 실생활의 문제 해결력을 신장시키는 교육이라고 정의한다(백운수 등, 2012). STEAM 교육이 교과 간 통합을 통해서 미래 사회의 인재를 키우기 위한 목적을 가지고 있지만 예술을 제외한 나머지 요소들을 보았을 때 지나치게 과학기술 중심의 접근이라는 한계는 명확하다. 이는 국가 경쟁력에서 과학기술이 중요해짐에 따라 인재를 키우기 위한 목적을 가지고 있다. 하지만, 교육에서 추구하는 인간상은 민주 시민으로서 자질을 갖추고 인간다운 삶을 영위하며 국가와 인류에 이바지하는 사람이다(교육부, 2018:1). 즉, 시민성은 단순히 과학기술 측면의 역량으로 구성되기 보다는 인문학, 사회과학, 철학 등 보다 많은 학문으로 구성된 역량이다. 그러므로 융합교육이 미래 사회 시민을 양성한다는 목적을 가진다면 STEAM 교육은 한계를 가진다. 특히, 본 연구는 글로벌 사회에서 벌어지는 다양하고 복잡한 문제를 해결하기 위한 교육 프로그램을 제시하는 데에 목적이 있으므로 STEAM 교육을 넘어서는 융합교육의 관점이 필요하다.

융합교육은 교과 간의 융합이 이루어지는 수준에서 다학문적(multidisciplinary), 간학문적(interdisciplinary), 탈학문적(transdisciplinary) 융합으로 구분한다(조은별

등, 2015:41). 우리가 실생활에서 직면하는 문제들은 학문 간 경계를 무시하고 탈학문적으로 발생한다. 그러므로 융합교육은 교과외의 본 모습이 없어지고 새로운 틀 속에서 재조직되는 형태로 구성되어야 하며 교과 간 완전한 통합이 이루어져야 한다(이경진·김경자, 2012:63-64). 즉, 융합교육(convergence education)은 복잡한 사회를 이해하고 다층적인 문제를 해결할 수 있도록 교과 별로 분리된 지식들을 유기적으로 융합하여 교과를 뛰어넘어 복합적으로 가르치는 교육이다(박상준, 2017:3). 본 연구에서는 교과에 한정되지 않고 글로벌 문제를 해결하기 위해 필요한 모든 교과외의 가능성을 염두에 두고 프로그램을 구성하였다.

인공지능 기술이 발달하면서 인공지능의 교육에의 적용도 중요해지고 있다. 교육 분야에서의 인공지능의 도입은 맞춤형 학습과 같은 학습 지원과 업무 경감을 위한 행정 지원 측면에서 이루어지기도 하지만 가장 중요한 접근은 수업의 질을 향상시키는 것이다. 학교에서 이루어지는 인공지능 교육은 학생들이 인공지능을 이해하고 개발과정을 학습하는 데에 초점을 맞추는 교육과 인공지능 기술을 활용하여 교과교육의 성취기준을 달성하는 데에 도움을 주는 교육으로 나눌 수 있다. 한국과학창의재단(2022)에서는 전자를 AI 원리 교육으로 제시하였으며 인공지능에 대한 기본적인 이해를 목적으로 한다. 후자는 AI 활용교육과 AI 융합교육으로 나누어 구분할 수 있는데 AI 활용교육은 학생들이 인공지능 알고리즘에 대한 이해 없이 단순하게 문제 해결에 이용하는 교육 방법이다. AI 융합교육은 활용 교육과 비교했을 때 인공지능이 적용되는 맥락이 다르다. 활용 교육은 도구적인 관점에서 단순하게 활용한다면 융합교육은 학생들이 문제를 인식하고 해결 방법을 구안하는 과정에서 필요한 인

공지능 알고리즘을 선택하고 학습시켜 문제 해결에 활용하며 이 과정에서 인문학적 상상력을 통해 새로운 가치를 창출하는 것이 중요하다.

AI 융합교육(AI convergence education)은 내용적인 측면과 방법적인 측면에서 융합이 동시에 일어나는 교육이다. 내용적인 측면에서는 문제 해결을 위해 모든 교과외의 경계를 허물고 필요한 내용을 적재적소에 활용하는 것이고 방법적인 측면에서는 문제 해결을 위해 필요한 인공지능 알고리즘을 선택, 학습, 적용해보는 것이다. 본 연구에서는 원인은 명확하지만 그 처리 방법과 부정적인 효과가 복잡하고 결과가 새로운 원인으로 작용하는 해양 플라스틱 쓰레기 문제를 교육 내용으로 다룬다. 이 문제를 이해하고 해결하기 위해 학생들은 모든 교과외의 성취기준을 탐색하고 활용하며 그 과정에서 인공지능 기술을 활용해 보다 실질적인 문제 해결 방법을 탐색하였다.

III. 연구 방법

1. 연구 절차

본 연구는 초등학교학생들의 글로벌 시스템 사고를 향상시키기 위한 방안으로서 AI 융합교육 프로그램을 개발 및 적용하는 데에 목적이 있다. 이를 위해 프로그램 개발을 위한 실행연구 절차에 따라 진행되었다. 위 절차는 학생들을 위한 프로그램을 개발하고 이를 현장에 적용해봄으로써 다양한 관점에서 성찰하고 발전시키기 위한 연구 방법이다(이용숙 등, 2004:371). 이에 따른 연구 절차는 다음과 같다.

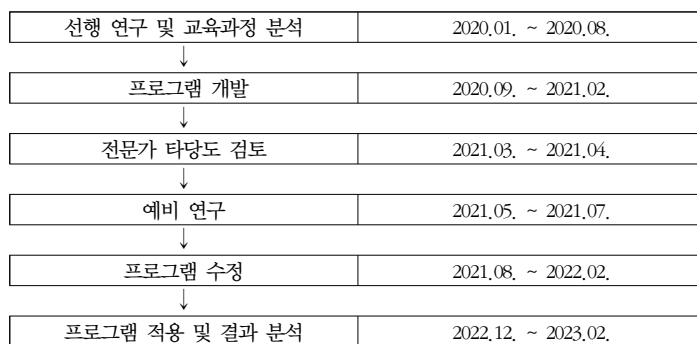


그림 1. 연구 절차

2. 연구 대상 및 연구 기간

본 연구는 서울특별시 강동구에 소재한 M초등학교 6학년 학생들을 대상으로 실시하였다. 본 연구에 참여한 학생들은 6학년 학생 169명을 대상으로 실시하였으며 6학년 사회, 창체, 실과 시간을 활용하여 진행하였다. 본 연구 기간은 2022년 12월부터 2023년 1월까지 총 4주에 걸쳐 14차시로 이루어졌다. 본 연구가 진행되기 전에 프로그램의 현장 타당성을 확보하기 위해 2021학년도 6학년 학생들을 대상으로 예비 연구를 실시하였다. 예비 연구에 참여한 학생들은 자발적인 참여로 이루어진 자율 동아리 11명이다. 예비 연구 기간은 2021년 5월부터 7월까지 총 12주에 걸쳐 12차시로 이루어졌다.

3. 연구 도구 및 자료 분석 방법

본 연구에서는 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 방안을 찾기 위해 AI 융합교육 프로그램을 개발하고 적용한

후에 그 결과를 분석하였다. 학생들의 글로벌 시스템 사고를 알아보기 위한 검사는 검사지와 활동지를 모두 활용하는 혼합 연구 방법을 활용하였다.

1) 검사지를 활용한 글로벌 시스템 사고 검증

본 연구에서 활용한 글로벌 시스템 사고 설문지는 Davis and Stroink(2016)가 제시한 시스템 사고 측정 도구와 이효녕·이현동(2013)이 제시한 시스템 사고 측정 도구를 통합하여 활용하였다. 검사지는 사회-경제-생태계가 서로 영향을 주고 받는 복잡한 시스템이라는 것을 인지할 수 있는 개인의 사고 수준을 측정하며 UN에서 제시하는 SDG의 관점에서 글로벌 시스템 사고에 맞게 수정 및 보완하였다. 또한, Likert 5점 척도로 구성하였으며 정신모델, 개인숙련, 팀 학습, 시스템 분석, 공유비전으로 글로벌 시스템 사고를 분류하여 각 4문항씩 총 20문항으로 구성하였다. 글로벌 시스템 사고를 측정하기 위한 설문지의 문항들은 다음과 같다.

표 1. 글로벌 시스템 사고 설문 문항

영역	문항 번호	설문 문항
정신 모델	1	의사결정 과정에서 나는 각 대안들의 모든 결과를 고려하려고 한다.
	6	나는 내가 원하는 결과를 얻지 못했을 경우, 원인을 다양한 관점에서 찾아본다.
	11	나는 신문기사나 뉴스(TV, 인터넷 등)를 비판적인 시각으로 보려고 노력한다.
	16	나는 사건이 큰 그림 안에서 어떤 상호작용을 하고 있는지 알고 싶다.
개인 숙련	2	나는 목표를 세울 때, 목표 달성의 결과가 나에게 미치는 영향을 고려한다.
	7	나는 나의 행동이 미래에 어떤 결과로 나타날지 생각한다.
	12	우리는 모든 문제를 단순히 옳고 그름으로 분류할 수 있다. (R)
	17	규칙과 법은 시간이 지나도 많이 변경되지 않아야 한다. (R)
팀 학습	3	나는 모둠 학습을 할 때 활동에 적극적으로 참여한다.
	8	나는 토론을 할 때 나의 의견을 적극적으로 이야기한다.
	13	나는 모둠 활동에서 주로 팀장(조장)을 맡는 편이다.
	18	나는 수업을 들을 때 모둠수업이 강의(설명)식 수업 보다 좋다고 생각한다.
시스템 분석	4	사회 문제, 환경 문제 및 경제 문제는 모두 별개의 문제이다. (R)
	9	경제나 생태계와 같은 큰 시스템을 실질적으로 바꿀 수 있는 것은 매우 큰 사건뿐이다. (R)
	14	모든 것은 끊임없이 변화하고 있다.
	19	지구에는 모든 거주자를 포함한 살아 있는 시스템이다.
공유 비전	5	나는 모둠 활동에서 다른 모둠원의 의견을 잘 수용한다.
	10	내가 계획을 세우고 내 행동을 통제하면 삶이 어떻게 전개될지 정확히 예측할 수 있다. (R)
	15	내 행복은 세상에서 일어나는 일과 관련이 없다. (R)
	20	작은 선택들이 궁극적으로 큰 영향이 될 수 있다.

출처 : 이효녕·이현동, 2013; Davis and Stroink, 2016(저자 재구성).

본 검사지의 타당도를 확보하기 위해 사회과 교육 박사 2인, 사회과 교육 박사 과정 1인, 지구과학교육 박사 1인에게 검토를 의뢰하였다. 검토 내용은 수정된 문항이 글로벌 시스템 사고를 측정하는 의도를 벗어나지 않았는지, 표현과 어법이 초등학교 6학년 학생 수준에 적절한지 등이다. 전문가 4인의 검토 의견을 반영하여 문항을 수정하였다. 또한, 검사지의 신뢰도를 확보하기 위해 인근 초등학교 6학년 학생 105명을 대상으로 사전 검사를 실시해 그 결과를 토대로 SPSS 21.0 통계 프로그램을 활용하여 신뢰도를 검증하였다. 글로벌 시스템 사고 설문지의 신뢰도는 다음과 같다.

2) 활동지를 활용한 글로벌 시스템 사고 검증

검사지를 활용한 검증에서는 학생들의 글로벌 시스템 사고를 알아보기 위해 한계를 가지고 있으므로 이를 보완하기 위해 학생들이 수업 시간에 작성한 활동지를 함께 분석하였다. 시스템 사고는 시스템을 구성하는 요소와 더불어서 관계(상호작용)까지 파악해야 한다. 요소들은 가시적인 특징을 가지고 있지만 관계는 비가시적인 특징을 많이 가지고 있어 학생들이 파악하는 데에 어려움을 겪는다(Lee *et al.*, 2019). 따라서 학생들이 시스템을 이해할 수 있도록 시각적인 자료를 지속적으로 제공해 인지적인 스캐폴딩이 이루어지도록 한다. 인과지도는 여러 개의 인과관계를 서로 연결시켜 놓은 도식으로서 특정 시스템을 구성하는 요소들의 인과관계와 시스템의 특징을 학생들이 어떻게 파악하고 있는지 측정할 수 있다(김동환, 2004). 본 연구에서는 글로벌 문제에 대한 학생들의 시스템 사고 수준을 측정하기 위해 인과지도를 수업에 활용하였으며 학생들은 글로벌 문제에 대한 요소와 인과관계를 표현하였다.

학생들의 인과지도를 그리는 과정과 그 결과를 알아보기 위해 박병열·이효녕(2014)가 제작한 시스템 사고 분석지를 본 연구의 목적에 맞게 글로벌 문제와 글로벌

시스템 사고를 반영하여 수정 및 사용하였다. 이 분석지는 학생들이 글로벌 문제를 시스템적 사고에서 이해하고 있는지 여부를 알아보고 시스템과 관련된 단어와 개념들을 제시하고 이를 인과지도로 작성하도록 구성되었다.

3) 자료 분석

글로벌 시스템 사고 검사지를 활용한 효과성 검증에서는 실험집단과 비교집단을 대상으로 독립표본 t-검정과 실험집단을 대상으로 대응표본 t-검정을 실시하였다. 먼저, 실험집단의 사전-사후를 비교하기 위한 대응표본 t-검정에서는 실험집단 127명을 대상으로 실시하였다. 이 과정에서 동일한 검사지를 활용한다는 점과 학생들의 인지발달에 따른 변화에 따른 한계점이 제기될 수 있다. 이를 보완하기 위해 비교집단 112명을 설정하였으며 프로그램 사전과 사후에 함께 검사를 실시하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 활동지를 활용한 효과성 검증에서는 단어 연상, 개념 간 관계, 인과 지도의 복잡성과 순환성을 파악하기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다. 통계적 분석은 SPSS ver.21.0을 활용하였다.

IV. 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 프로그램 개발

본 연구에서 설계한 AI 융합교육 프로그램은 다양한 교과와 인공지능 기술을 융합한 형태의 프로그램으로 학생들이 VUCA 특징을 가진 글로벌 문제를 이해하고 해결해보는 과정을 통해 글로벌 시스템 사고를 향상시키기 위한 목적을 가지고 있다. 이를 달성하기 위해 본 연구자는 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 모델을 설계하고 모델에 따라 프로그램 내용을 제시하고자 한다.

표 2. 글로벌 시스템 사고 설문지의 신뢰도

영역	문항 번호	문항 수	신뢰도 (내적 일관성)	
			영역별	전체
정신모델	1, 6, 11, 16	4	.623	.812
개인숙련	2, 7, 12, 17	4	.638	
팀 학습	3, 8, 13, 18	4	.699	
시스템 분석	4, 9, 14, 19	4	.708	
공유비전	5, 10, 15, 20	4	.652	

1. 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합 교육 모델

본 연구는 미래 사회에 학생들에게 요구되는 글로벌 시스템 사고를 함양하는 것을 목적으로 하고 있다. 그러므로 시스템 사고의 교육 방법과 문제 해결에 필요한 인공지능 알고리즘을 직접 제작할 수 있는 교육 방법의 융합을 추구한다. 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 모델 개발을 위해 관련 선행 연구를 조사하여 기존의 융합교육, 시스템 사고, 인공지능 교육 등에 대한 정보를 수집하였다.

교육 모델을 개발하기 위해 박병열·이효녕(2014)가 ‘ADBAS 모형(Analsis - Design - Build - Assessment - Systems thinking Model)’과 박대륜 등(2020)의 ‘머신러닝 플랫폼을 활용한 소프트웨어 교수 학습 모형’을 활용하였다. ADBAS 모형은 시스템 사고를 기반으로 창의적 설계를 통해 문제를 해결하는 모형으로 다음과 같다.

분석(Analysis) 단계에서는 문제 상황을 제시하고 학생들은 이 과정에서 문제 해결의 필요성을 느끼고 해결 의지를 가진다. 설계(Design) 단계에서는 관련 자료를 수집하고 아이디어를 협의하여 문제 해결에 필요한 탐구 학습을 통해 최선의 해결안을 도출한다. 제작(Build) 단계에서는 설계에 기초한 작품을 제작하고 이를 통해 문제 해결의 가능성을 판단한다. 평가(Assessment) 단계에서는 제작한 작품을 문제 해결에 적용해보고 그 결과를 논의한다. 시스템 사고(System thinking) 단계는 문제

상황을 해결하기 위해 진행되는 분석, 설계, 제작, 평가의 모든 단계에서 관련 요소들을 인과관계와 상호작용에 기초하여 분석하는데 활용될 수 있도록 병렬적으로 구성하였다. 시스템 사고를 통해서 문제 해결의 과정을 바라보는 것은 체계적인 상황 인식과 문제 해결이 가능하게 한다(박병열·이효녕, 2014:426-428). 학생들은 글로벌 문제를 해결하기 위해 시스템 사고를 활용하여 해결 방법을 탐색한다. 본 연구는 시스템 사고에서 글로벌 관점을 반영한 글로벌 시스템 사고 향상을 목적으로 하고 있으므로 ADBAS 모형에 글로벌 관점(global perspective)을 추가하여 시스템 사고를 확장시키고자 하였다. 글로벌 관점은 지역과 국제 문제를 전체적으로 볼 수 있는 능력으로 인간, 장소, 사건에 대해 세계 체제에 대해 연결할 수 있는 관점을 가질 수 있도록 한다(Harvey, 1978, Banks *et al.*, 2005:23에서 재인용). 본 연구에서는 기존의 시스템 사고에 기반한 융합교육 모델에 글로벌 관점을 추가함으로써 학생들이 글로벌 문제에서 시스템의 요소와 관계를 보다 폭 넓고 깊이 있게 이해할 수 있도록 하였다.

AI 융합교육이 단순하게 인공지능 기술을 도구로 활용하기보다는 학생들이 직접 문제 해결에 필요한 알고리즘을 학습시켜 활용하므로 ADBAS 모형에서 설계 및 제작 단계에서 그 가능성을 탐색할 수 있다. 문제 해결에 필요한 인공지능을 학습시키기 위해서는 단순히 체험으로 학습이 마무리되기 보다는 인공지능에 대해 체계적으로 학습할 필요가 있다. 본 연구에서는 학생들이

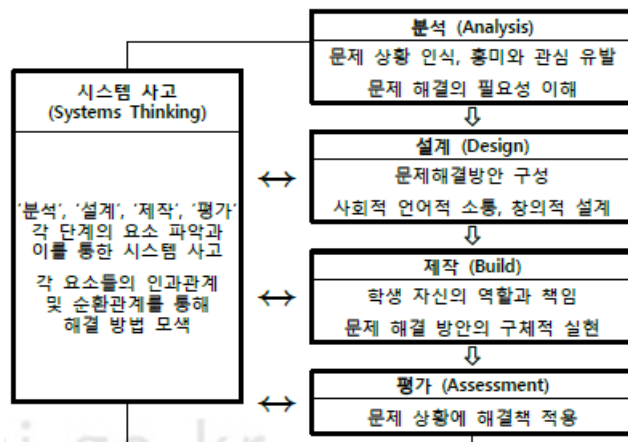


그림 2. ADBAS model

출처 : 박병열·이효녕, 2014:427.

머신러닝을 학습시키고 문제 해결 상황에 적용해보기 위해 박대륜 등(2020)의 머신러닝 플랫폼을 활용한 소트웨어 교수 학습 모형을 활용하였으며 다음과 같다.

본 연구는 학생들이 머신러닝 알고리즘을 만들어보는 데에 직접적인 목적이 있기 보다는 인식한 문제를 해결하는 데에 머신러닝 알고리즘을 직접 만들어 문제 해결에 적용하는 데에 목적이 있다. 그러므로 본 연구에서 추구하는 글로벌 시스템 사고를 함양할 수 있는 시스템 사고 모델과의 융합을 통해 글로벌 시스템 사고 함양의 맥락 속에서 머신러닝 알고리즘 지도 모델을 적용하였다. 다음은 시스템 사고 융합교육 모델과 머신러닝 지도 모델의 융합화에 대한 내용이다.

글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 모델은

박병열·이효녕(2014)의 ADBAS 모형을 기초로 하여 시스템 사고 단계에 글로벌 관점을 추가하고 제작 단계에 데이터 수집 → 데이터 가공 및 선별 → 머신러닝 모델 훈련 및 평가 → 머신러닝 프로그래밍으로 세분화하여 학생들이 문제 해결에 필요한 인공지능을 학습시키는 과정을 체계적으로 제시하였다. 그 외에 박대륜 등(2020)의 모형에서 문제 인식 및 분석 단계는 분석 단계, 적용 및 해결과 공유 및 환류 단계는 평가 단계로 추가하였다. 기존의 시스템 사고 향상을 위한 수업 모델들은 시스템을 인식하고 문제해결 방법을 탐색하는 것에 그치고 실천적인 행동으로 연결되지 못하는 경향이 강하였다(문병찬·송진여, 2012; 문병찬, 2014; 이경운 등, 2021; 배경석 등, 2022). 지리교육의 목적을 지리 지식과 기능에 대

표 3. 머신러닝 기반 SW 교수학습 모형

순	단계	주요 특징
1	문제 인식 및 분석	실생활의 문제 중 머신러닝을 활용하여 해결할 수 있는 문제를 인식
2	데이터 수집	문제를 해결하기 위하여 필요한 자료가 텍스트, 이미지, 숫자인지 분석 후 수집
3	데이터 가공 및 선별	수집한 데이터를 처리할 수 있도록 수치화, 도식화, 라벨링 후 필요한 데이터를 선별
4	머신러닝 모델 훈련 및 평가	선별한 데이터를 바탕으로 머신러닝 모델 훈련 및 모델 정확도 평가
5	머신러닝 프로그래밍	머신러닝 모델을 활용한 프로그래밍
6	적용 및 해결	문제 상황에 제작한 프로그램을 적용하여 문제를 해결
7	공유 및 환류	프로그램을 공유 및 피드백을 통한 프로그램 개선

출처 : 박대륜 등, 2020:53.

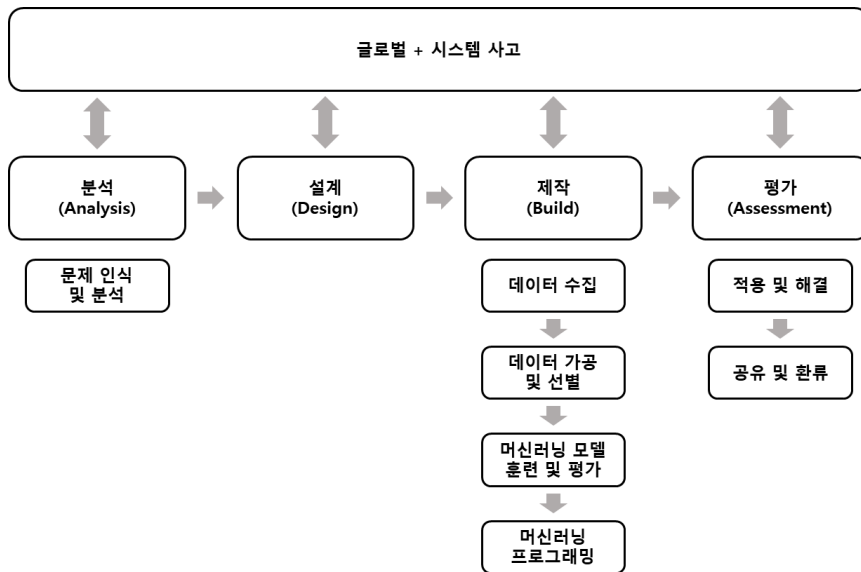


그림 3. 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 모델

한 탐구도 있지만 이를 바탕으로 실생활에서 적용 가능한 시민을 기르는 것(서태열, 2018)과 지리적 문제 해결에 참여하는 자세와 같은 시민성을 기르는 것(박상준, 2022)으로 본다면 행동으로 이어지지 못하는 기존의 모델들은 부족함이 있다. 듀이는 행함(doing)을 강조하면서 수업 중 활동의 가치를 주장하였으나 최근에는 행함을 넘어서 메이킹(making)으로 전환되고 있다. 학교 교실은 실제 사회로의 확장이 어렵지만 컴퓨터를 활용한다면 실제 사회와의 만남이 가능하며 코딩 도구와 인공지능 알고리즘은 실제 적용이 가능한 도구를 제작할 수 있도록 한다. 완전한 수준의 메이킹은 아니지만 같은 구조의 알고리즘을 제작한다는 점에서 기존 모델들에 비해서 시민으로서의 참여와 실천이라는 지리교육의 목적은 일정 부분 달성할 수 있을 것으로 보인다. 본 연구에서는 연구자가 제시한 모델에 따라 프로그램을 개발하였으며 이후 학교 현장에서 이루어지는 AI 융합교육의 방향성을 제시하고자 하였다.

2. AI 융합교육 프로그램 전체 안 및 세부 내용

AI 융합교육 프로그램은 1절에서 제시한 글로벌 시스

템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 모델의 절차에 따라 설계하였으며 총 12차시로 구성하였다. 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 프로그램은 다음과 같다.

본 프로그램은 초등학교생들의 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 프로그램으로서 글로벌 문제 해결 과정에 초점을 맞추고 있다. 글로벌 문제는 사람들이 살아가는 지구의 지표 면 위에서 발생하는 문제로서 매우 복잡하고 해결이 어려운 특성을 가지고 있다. 본 연구에서 제시한 대표적인 글로벌 문제 중 해양 플라스틱 쓰레기 문제는 인간의 행위의 결과로서 발생하는 자연환경과 인문환경의 복합적 변화를 보여주는 전형적인 글로벌 문제로서 지리적인 접근이 필수적이다. 하지만, 기존의 시스템 사고 향상을 위한 수업 연구들이 대체적으로 과학교육의 관점에서 이루어졌다(문병찬·송진여, 2012; 전재돈·이효녕, 2015; 손준호·김종희, 2016; 배경석 등, 2022). 이는 인간들이 시스템에 미치는 영향을 간과하고 있으며 지나치게 자연적인 시스템을 인식하는 데에만 초점이 맞춰져 있었다. 과학교육에서의 접근은 글로벌 문제들을 해결하기에는 어려움이 있으며 지리교육에서의 접근이 이를 해결하기 위한 방법이다.

표 4. 1차 AI 융합교육 프로그램

모형	차시	학습 내용
분석	1~2	- 해양 플라스틱 쓰레기로 인한 환경오염의 문제 알기 - 'I Am Greta' 영상을 보고 문제 심각성 인식하기 - 플라스틱 쓰레기로 인해 벌어지는 지구의 문제 알아보기
	3	- 시스템 사고를 위한 인과관계 다이어그램 예시 확인하기 - 플라스틱 쓰레기의 인과지도 그려보기
설계	4~5	- Entry를 활용해 인공지능 알고리즘 모델 학습하기 (이미지 분류, 숫자 분류, 텍스트 분류, 숫자 예측)
	6	- 플라스틱 쓰레기 문제를 해결하기 위한 방법 탐색하기 - 분리수거를 도와주는 인공지능 어플리케이션 설계하기
제작	7~8	<데이터 수집> - 이미지 분류 알고리즘에 필요한 이미지 데이터 수집하기
	9	<데이터 가공 및 선별> - 수집한 데이터를 라벨링하고 결측 데이터 탐색하기
	10	<머신러닝 모델 훈련 및 평가> - Teachable Machine에서 종류별로 재활용할 수 있는 머신러닝 훈련시키기
	11	<머신러닝 프로그래밍> - App Inventor를 활용해 머신러닝이 적용된 재활용 App 만들기
평가	12	- 제작한 재활용 App을 실제 활용해보고 평가하기

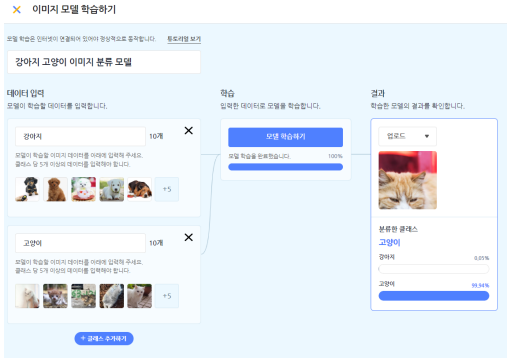


그림 4. Entry 이미지 분류 모델

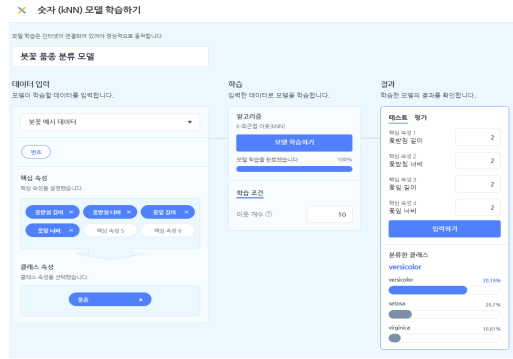


그림 5. Entry 숫자 분류 모델

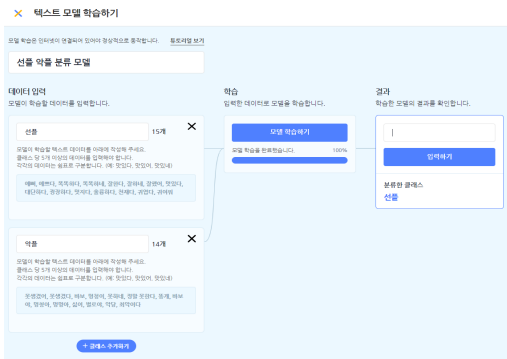


그림 6. Entry 텍스트 분류 모델



그림 7. Entry 숫자 예측 모델



그림 8. Teachable Machine 분류 모델



그림 9. App Inventor 디자이너 모드



그림 10. App Inventor 블록 모드

3. 프로그램 타당도 검증을 통한 프로그램 수정

시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 프로그램의 타당성 확보를 위하여 관련 분야 전문가들의 검토를 실시하였다. 관련 분야 전문가는 AI 융합교육의 개발 방향, 수업 모형, 프로그램 안에 대해 프로그램 타당도를 검증한다. 전문가는 사회과교육과 컴퓨터교육 석·박사학위를 소지한 현장교사 8인과 대학교수 2인으로 구성하였다. 검토 과정은 프로그램에 대한 안내문과 구글 설문지를 통해 실시되었으며 정량적인 검토와 정성적인 검토가 함께 이루어졌다. 정량적인 검토 과정은 Lawshe(1975: 567-568)가 제시한 내용 타당도 비율(Content Validity Ratio: CVR)을 산출하였다. 이는 전체 전문가 중에서 문항에 대해 긍정적으로 답변한 숫자 비율을 나타내는 수치로 전문가 인원이 10명일 경우에 .62 이상일 경우를 타당하다고 본다. 수치가 .62 미만일 경우에는 기존에 설계되어 있던 내용을 삭제하거나 수정하였으며 수정 과정에서는 자유기술식으로 받은 전문가들의 의견을 참고하였다. 다음은 내용 타당도 검증을 위해 전문가들에게 제공된 문항이다.

전문가 검토는 2021년 4월 12일부터 4월 25일까지 약 2주 동안 진행되었으며 문항에 대한 질문 사항은 우선으로 질문을 받았으며 충분한 정보를 제공하였다. 다음은 전문가 검토 문항의 기술 통계와 내용 타당도 지수이다. 내용 타당도 지수가 .60보다 낮게 나온 문항은 I-6, I-7, II-7로 총 3가지였다. I-6과 II-7은 수업모형과 프로그램

에 대한 일반화 가능성에 대해 묻는 문항이었는데 공통적으로 기준보다 낮게 평가되었다. 또한, I-7은 수업모형이 초등학교 6학년 학생들의 수준에 적합하지 않다는 문항으로 일반화 가능성에 대한 문항과 그 궤가 비슷하다. 전문가들의 자유 기술식 문항을 바탕으로 분석하자면 AI 융합교육 수업모형 중 머신러닝을 제작하는 활동이 현장의 일반적인 교사들이 실천 가능한지 여부에 대해 의문이 많았다. 인공지능에 대한 교육 방법 연구가 활발하게 이루어지고 있지만 현장의 교사들 중에서 이를 수업에 자유롭게 적용할 수 있는 비율은 한정적이기 때문이다. 또한, 초등학교 6학년 학생들은 코딩을 실과 교육과정을 통해 처음 학습하는 상황에서 머신러닝이라는 어려운 수준의 내용을 이해할 수 있는지 여부도 언급되었다. 결국, 전문가들은 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육이라는 교육 방향에 대해서는 대체적으로 공감하고 있었으나 인공지능을 수업모형에 적용하는 과정에 대해서는 아직 의문점을 가지고 있었다.

전문가들은 초등학교 6학년 학생들의 수준을 고려했을 때, 수업모형은 적절하지 않다고 의견(I-7)을 제시하였으나 프로그램에 대해서는 적절하다는 의견(II-3)을 제시하였다. 이는 수업모형에서 프로그램으로 구체화되는 과정에서 본 프로그램이 초등학생들의 수준에 보다 적합하게 제시되었다는 사실을 알 수 있었다. 특히, 자유 기술식 문항에서는 인공지능을 적용하는 과정이나 머신러닝을 직접 만들어보는 과정이 초등학교 학생들에게 쉽게 다가갈 수 있을 것으로 받아드려졌다. 이는

표 5. 전문가 검토를 위한 문항

영역	문항 번호	문항
I. 수업 모형	I-1	글로벌 시스템 사고를 향상시키는 데에 적합하게 구성되었다.
	I-2	글로벌 시스템 사고를 향상시키기 위한 요소와 과정을 잘 설명하고 있다.
	I-3	AI 융합교육의 목적에 맞게 구성되었다.
	I-4	AI 융합교육의 요소와 과정을 잘 설명하고 있다.
	I-5	수업모형의 단계는 체계적으로 구성되었다.
	I-6	학교 현장에서 실행하는데 보편적으로 활용할 수 있다.
	I-7	초등학교 6학년 학생의 연령 및 특성에 적합하다.
II. 프로 그램	II-1	동기유발 동영상에 학생들이 학습에 대한 흥미를 제공한다.
	II-2	활동 내용이 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육에 적합하다.
	II-3	프로그램의 전반적인 내용이 초등학교 6학년 학생의 연령 및 특성에 적합하다.
	II-4	PPT 자료가 학생들이 수업 내용을 이해하는 데에 효과적이다.
	II-5	프로그램 내에서 활용되는 인공지능에 대한 내용이 적합하다.
	II-6	프로그램은 학생들의 호기심과 능동적인 참여를 유도하고 있다.
	II-7	학교 현장에서 일반화 가능성이 높은 편이다.

표 6. 전문가 검토 문항의 기술 통계 및 내용 타당도 지수

영역	문항	M	Max	Min	CVR	영역	문항	M	Max	Min	CVR
I. 수업 모형	I-1	4.6	5	3	0.9	II. 프로 그램	II-1	4.9	5	4	1.0
	I-2	4.3	5	2	0.8		II-2	4.9	5	4	1.0
	I-3	4.9	5	4	1.0		II-3	4.3	5	3	0.8
	I-4	4.8	5	4	1.0		II-4	4.7	5	4	1.0
	I-5	4.8	5	3	0.9		II-5	4.4	5	2	0.9
	I-6	3.6	5	1	0.6		II-6	5.0	5	5	1.0
	I-7	3.1	5	1	0.4		II-7	3.4	5	1	0.5

Entry와 Teachable Machine이 초등학생들도 손쉽게 학습하고 적용할 수 있도록 만들어진 교육용 도구이기 때문이다. 결국, 전문가들이 의문을 가진 현장에서의 일반화 가능성도 이러한 점을 바탕으로 수정이 이루어져야 할 필요성을 알 수 있다.

본 연구는 학생들의 글로벌 시스템 사고를 향상시키기 위한 목적을 가지고 있으며 그 방법으로 AI 융합교육을 채택하였다. 이는 인공지능 기술이 학교 현장에 보다 널리 활용될 것이며 수업에 이를 적용하는 것을 필연적으로 바라보고 있다. 이러한 점에서 현장의 교사들이 인공지능을 가르칠 수 있는 역량이 부족하기 때문에 본 수업모형과 프로그램의 현장 적용 가능성이 낮다고 보기에는 어렵다. AI 융합교육이 이제 확산되고 있는 현재의 시점에서는 전문가들의 의견이 타당할 수 있으나 교원 교육 등을 통해서 인공지능을 가르칠 수 있는 역량이 확보된다면 제기되는 문제는 해결 가능할 것으로 보여진

다. 또한, 초등학교 학생들은 현재 6학년 실과 교육과정을 활용하여 Entry의 기본적인 내용들을 학습하고 있지만 교육부와 한국과학창의재단에서 제시하는 인공지능 학교급별 영역 및 내용 요소를 통해 초등학교 1학년부터 인공지능에 대해 학습하도록 안내하고 있다. 특히, 초등학교 3~4학년은 놀이 활동을 기초로 머신러닝에 대해 학습하고 5~6학년은 인공지능이 적용된 도구를 활용해 머신러닝을 학습하도록 한다(교육부·한국과학창의재단, 2021:5). 이는 초등학교 6학년 학생들이 문제를 인식하고 필요한 데이터를 탐색 및 수집하여 직접 머신러닝을 만들어보는 활동 자체가 학생들에게 어렵다고 보기에는 한계가 있다는 점을 반증한다. 본 연구에서는 전문가들의 의견과 AI 융합교육에 대한 필요성을 종합하여 머신러닝을 제작해보는 단계를 보다 쉽게 설계하고 이를 학생들에게 적용해보고자 한다.

4. 예비 연구를 통한 프로그램 수정

본 연구는 학교 현장에서 일반적으로 이루어지는 교수학습방법이 아닌 보다 미래 지향적인 방법을 학생들에게 적용 및 그 결과를 알아보는 데에 목적이 있다. 그렇다보니 선행연구의 수와 학교 현장에서 이루어지는 참고할 수 있는 수업 사례들이 부족한 상황이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 학생들의 글로벌 시스템 사고 향상을 알아보기 전에 프로그램의 타당도를 직접 적용해보고 알아보기 위해 예비연구를 실시하였다.

예비 연구는 2021학년도 6학년 학생들을 대상으로 실시하였으며 자율동아리에 참여한 11명의 학생들이 참여하였다. 기간은 2021년 5월부터 7월까지 총 12주에 걸쳐 이루어졌으며 대면 수업과 비대면 수업이 혼합된 형태로 진행되었다. 본 연구와 달리 예비연구는 참여 인원이 적고 적용 결과에 대한 분석보다는 프로그램의 타당성 확보에 목적이 있으므로 글로벌 시스템 사고 향상을 양적으로 알아보기 보다는 심층면담과 인과지도 그리기 활동을 통해 연구를 진행하였다. 또한, AI 융합교육에 대한 현장 적용 가능성에 대한 전문가들의 검토 의견을 검증하기 위해 학생들에게 인공지능을 활용한 수업에 대한 의견도 심층면담을 통해서 알아보려 하였다.

1) 인과지도 그리기를 통한 연구 결과 분석

본 연구에서는 학생들에게 인과지도를 활용한 수업 자료를 제시하고 궁극적으로 학생들이 글로벌 문제에 대한 시스템 사고를 함양할 수 있도록 인과지도를 그리게 수업을 진행하였다. 학생들의 글로벌 시스템 사고의 변화 과정을 알아보기 위해 3차시에서 작성한 인과지도와 12차시 프로그램 종료 후 작성한 인과지도를 비교하였다.

단어 연상에 있어서는 11명의 학생들이 이전에 비해 연상한 단어의 수가 증가하였다. 사전의 평균 단어의 수가 6.9개였던 것에 비해 사후에는 8.5개로 약 23.1%가 증가하였다. 증가한 단어의 수가 많은 경우는 4개가 증가한 학생도 있었다. 학생들은 본 프로그램을 통해서 글로벌 시스템 요소에 대한 지식이 증가하였다는 사실을 알 수 있었다. 개념 간 관계에 대한 문항에서도 대부분의 학생들이 긍정적인 모습을 보였다. 사전 검사에서는 개념 간의 관계가 평균 3.36개였지만 사후에는 평균 4.87개로 약 44.9%가 증가하였다. 개념 간의 관계에서는 단순하게 양적으로 증가한 것에 그치지 않았다. 학생들은 사전에는 일방향적으로 관계를 연결시키거나 일대일

대응으로 관계를 연결시키는 경우가 많았지만 사후에는 쌍방향적 관계, 일대다 대응, 거미줄 형태의 관계 등 다양한 형태의 관계를 제시하였다. 이는 학생들이 프로그램을 공부하기 이전보다 시스템의 복잡한 관계까지도 인식하고 이해할 수 있는 능력이 증가하였다고 볼 수 있다. 이를 바탕으로 학생들이 작성한 인과지도를 비교하였을 때 학생들은 프로그램 적용 이전에 비해 해양 플라스틱 쓰레기와 관련된 요소들을 더 많이 연상했으며 요소들 간의 관계도 보다 복잡하고 정확하게 제시하고 있었다.

2) 심층면담을 통한 연구 결과 분석

본 연구에서는 심층면담을 통하여 학생들의 글로벌 시스템 사고 변화 과정에 대해 알아보려 하였다. 학생들이 기존에 가지고 있던 문제의 개념은 수학 문제와 같이 답이 정해져 있거나 과학 문제와 같이 단선적인 형태의 생각을 가지고 있었다. 하지만, 본 프로그램을 통해 우리가 실제 해결해야 하는 문제는 복잡하고 정해진 정답이 없다는 사실에 대해 인식할 수 있었다.

연구자: 평소에 알고 있던 문제와 글로벌 문제는 어떤 차이가 있었나요?

학생 8: 문제를 해결하는 것이 수학 시간에 답을 맞추는 거라고 생각했는데 선생님처럼 글로벌 문제를 배워 보니까 수학이랑은 아예 다른 문제였어요.

연구자: 어떤 점에서 다른 문제라고 생각했나요?

학생 8: 이걸 뭐 답이 없어요.

개인의 행동 하나가 생각보다 큰 영향력을 미친다는 사실에 대해서도 알 수 있었다. 플라스틱 페트병 하나를 무심코 버리는 행동들이 모여 글로벌 전체에 많은 영향을 미친다는 사실을 인과지도를 통해서 알았다.

연구자: 선생님이랑 수업하면서 가장 기억에 남는 건 무엇인가요?

학생 3: 플라스틱이 태평양에 쓰레기 섬처럼 있다는 거를 알고 있었는데 이게 생각보다 अच्छ다는 사실이 좀 그랬어요.

연구자: 자세하게 말해줄 수 있을까?

학생 3: 음. 그냥 쓰레기가 모여서 섬을 이룬다 끝이 아니라 막 녹아서 물고기들한테 들어가고 그게 우리가 먹기도 하고 북극에 플라스틱 비를 내리기도 하고 약간 미친 느낌이었어요.

학생들은 인과지도를 그려보는 과정을 통해 시스템에 대한 이해를 구성하였으며 처음에는 어렵게 느꼈던 시스템을 보다 명확하게 구체화시켰다. 또한, 인과지도로 나타난 문제의 복잡성을 통해 자연스럽게 인공지능 기술의 필요성에 대해 인식하기도 하였다.

연구자: 복잡한 글로벌 문제를 그림으로 나타냈던 활동은 공부하는데 도움이 되었나요?

학생 1: 네.

연구자: 어떤 점에서 도움이 됐지?

학생 1: 과학 시간에 배웠던 생태계에서 먹이그물인가요? 그거처럼 복잡할걸 한 눈에 보기 좋게 정리할 수 있어서 좋았어요.

연구자: 그럼 우리가 다루었던 문제를 그림으로 나타내는 데 어려운 점은 없었어?

학생 1: 내용이 좀 어려워져서 선생님이 수업시간에 말씀해 주신걸 다 그리는거는 어려웠어요.

연구자: 복잡한 글로벌 문제를 그림으로 나타냈던 활동은 공부하는데 도움이 되었나요?

학생 10: 플라스틱이 처음에는 어려웠는데 뒤로 갈수록 이해도 잘 되고 재미있었어요.

연구자: 그림을 그리는게 문제를 해결하는데 도움이 되었을까?

학생 10: 도움이 되는거 같지는 않아요. 그림으로 그리니까 그물 모양이 됐는데 이게 너무 복잡해서 뭔가 새로운 기술로 해결해야지 제가 하기에는 어려워보였어요.

학생들은 본 프로그램을 통해 시스템(요소와 관계)에 대한 이해, 다양한 관계의 양상, 결과의 복잡성 등에 대해서 알 수 있었다. 이를 통해 학생들은 본 프로그램을 통해 글로벌 수준에서 시스템 사고를 함양시킨다는 점을 알 수 있었다. 또한, 문제의 복잡성을 직면하면서 새로운 기술의 필요성에 대해 자연스럽게 느낄 수 있었다. 하지만, 학생들이 복잡성을 기반으로 하고 있는 글로벌 시스템 사고를 이해하기에는 어려움이 있었다. 이를 보완하기 위해 동영상과 학습지를 활용한 수업을 넘어서 활동 중심을 통해 학생들이 글로벌 시스템 사고를 이해할 수 있는 활동을 설계할 필요성이 제기되었다.

학생들은 인공지능에 대한 거부감보다는 호의적인 반

응을 보였다. 특히, 학교 내에서 직접 머신러닝 모델을 만들어보고 이를 스마트폰에서 활용 가능한 App을 개발 및 적용해본다는 점에서 흥미로워했다. 하지만, 정보교과가 정규 교육과정으로 편성되어있지 않은 현재 상황에서 학생들은 컴퓨터 활용 능력과 코딩에 대한 기본적인 역량이 부족해 Entry와 Teachable Machine을 다루는 과정에서 어려움을 겪었다. 특히, Entry에서 머신러닝 모델을 학습하고 이를 실제 문제 해결에 적용하는 과정에서는 학생들의 인공지능에 대한 경험치가 낮은 편이어서 쉽게 기억하지 못하였다. 이는 AI 융합교육을 실시하기 이전에 AI에 대한 기본 교육이 필수적인 부분임을 알 수 있다.

연구자: 인공지능을 활용해서 공부를 해보니까 어땠나요?

학생 2: 어른들만 만들 수 있다고 생각했었는데 제가 직접 만들어보니까 엄청 재미있었어요.

연구자: 인공지능을 만들어보는 활동이 공부를 하는데 도움이 되었나요?

학생 2: 음. 그냥 학습지만 풀어보는 거보다는 도움이 된 거 같아요.

연구자: 어떤 점에서 도움이 됐지?

학생 2: 맨날 수업시간에 쓰레기 줌는거나 캠페인 하는 것만 공부해서 기억에 남는게 별로 없었는데 직접 만들어보고 분리수거도 해보니까 기억에 잘 남아요.

연구자: 인공지능을 활용해서 공부를 해보니까 어땠나요?

학생 3: 완전 최고예요.

연구자: 왜?

학생 3: 다른 학생들은 못하는 걸 직접 해보니까 좋았어요.

연구자: 그럼 공부하면서 힘든건 없었어?

학생 3: 중간에 배웠던 엔트리가지고 머신러닝 만들어보는거는 기억에 잘 남지는 않아요.

연구자: 어떻게 하면 좀 쉽게 배울까?

학생 3: 엔트리를 처음 배워서 그런지 엔트리를 좀 더 배우고 머신러닝을 배우면 좋을거 같아요.

AI 융합교육은 행동으로 연결되지 않았던 기존의 수업을 참여형 수업으로 확대하는데 기여하였다. 학생들은 시스템 사고 모델을 통해서 확인한 글로벌 문제의 해결 방법을 인공지능 기술에서 찾을 수 있었다. AI 활용교육과 같이 인공지능을 단순하게 도구로 활용해서 문

제를 해결하기 보다는 학생들이 시스템 사고를 통해 확인한 문제의 맥락을 머신러닝 설계에 적용해보는 과정을 통해 문제 해결에 적합한 머신러닝 모델을 제작하였다. 또한, App Inventor라는 프로그램을 통해서 실제 활용하는 스마트폰에 적용할 수 있는 어플리케이션을 제작하였다. 이를 통해 학생들은 시스템 사고 → 머신러닝 모델 설계 → 인공지능 어플리케이션의 과정으로 글로벌 문제를 해결할 수 있는 글로벌 시민으로서의 경험과 역량을 갖출 수 있었다. 전문가들의 검토 의견에서도 지속적으로 제기되었던 초등학교 학생들이 학습하기에 적절한지 여부는 보다 섬세한 설계를 요구하였다. 학생들은 교사가 제시하는 방법을 따라하는 데에 큰 어려움은 없었으나 머신러닝 모델을 직접 제작하거나 인공지능 원리에 대한 이해도에는 부족한 점이 있었다. 본 연구는 인공지능에 대한 교육이기보다는 인공지능을 활용해 교과 교육을 보다 확장하는 목적을 가지고 있으므로 인공지능 원리에 대한 이해 여부가 중요하지 않지만 원활한 수업을 위하여 프로그램을 수정하는 작업이 필요해 보인다.

3) 연구 결과를 통한 프로그램 수정

예비 연구 과정에서 본 연구자가 개발한 프로그램이 학생들의 글로벌 시스템 사고를 향상시키는 데에 효과가 있는 것으로 나타났다. 하지만, 학생들이 글로벌 시스템 사고를 이해하는 데에 어려움을 겪고 있어 이를 보완하기 위한 활동이 필요하다. 초등학교 학생들은 단순히 지식을 전달하기보다는 직접 활동을 통해서 체득하는 것이 인지 발달 과정에 적합하므로 수정된 프로그램에서는 문제 인식 과정에서 보드게임을 활용해 학생들이 글로벌 시스템 사고를 이해할 수 있도록 수정하였다. 또한, 학생들이 인공지능에 대한 기본적인 지식이 없는 상황에서 머신러닝을 제작하고 적용해보는 활동은 AI 융합교육의 목적을 달성하는 데에 부족함이 있었다. 수정된 프로그램에서는 학생들에게 인공지능 원리에 대해 설명하고 이를 어떻게 문제 해결에 적용하는 지를 설계함으로써 AI 융합교육의 본질을 살리고자 하였다. 수정된 프로그램은 총 14차시로 확대되었으며 다음과 같다. 프로그램은 기존에 설계했던 흐름을 유지하면서 분석과 설계 단계를 보완하였다. 분석 단계에서는 ‘플라스틱

표 7. AI 융합교육 프로그램 수정안

모형	차시	학습 내용
분석	1~2	- 해양 플라스틱 쓰레기로 인한 환경오염의 문제 알기 - ‘플라스틱 플래닛’ 보드게임 해보기
	3	- ‘I Am Greta’ 영상을 보고 문제 심각성 인식하기 - 플라스틱 쓰레기로 인해 벌어지는 지구의 문제 알아보기
설계	4	- 시스템 사고를 위한 인과관계 다이어그램 예시 확인하기 - 플라스틱 쓰레기의 인과지도 그려보기
	5	- 인공지능의 원리와 실생활 기술 알아보기 - 인공지능이 적용된 다양한 App 탐색하기
	6~7	- Entry를 활용해 인공지능 알고리즘 모델 학습하기 (이미지 분류, 숫자 분류, 텍스트 분류, 숫자 예측)
	8	- 플라스틱 쓰레기 문제를 해결하기 위한 방법 탐색하기 - 분리수거를 도와주는 인공지능 어플리케이션 설계하기
제작	9~10	<데이터 수집> - 이미지 분류 알고리즘에 필요한 이미지 데이터 수집하기
	11	<데이터 가공 및 선별> - 수집한 데이터를 라벨링하고 결측 데이터 탐색하기
	12	<머신러닝 모델 훈련 및 평가> - Teachable Machine에서 종류별로 재활용할 수 있는 머신러닝 훈련시키기
	13	<머신러닝 프로그래밍> - App Inventor를 활용해 머신러닝이 적용된 재활용 App 만들기
평가	14	- 제작한 재활용 App을 실제 활용해보고 평가하기

플래닛'이라는 보드게임 활동을 추가해 학생들의 흥미와 이해도를 높이고자 하였다. 플라스틱 플래닛은 학생들이 플라스틱 쓰레기 문제에 대해 생각하고 행동 변화를 이끌어 내기 위해 제작된 보드게임이다. 특히, 쓰레기 문제에 공감하고 위해 스토리북을 별도로 제작해 동화책을 활용해 메시지를 전달하고자 하였다. 또한, 보드게임은 쓰레기 과물이 버리는 플라스틱 쓰레기를 참가자가 모두 힘을 합쳐 청소하고 이 과정에 가장 기여를 많이 한 사람이 승자가 되는 규칙을 가지고 있다. 또한, 설계 단계에서는 보다 유의미한 AI 융합교육이 이루어질 수 있도록 인공지능의 원리와 App에 적용된 인공지능을 탐색해보는 활동을 추가해 학생들이 인공지능의 필요성과 종류에 대해 탐색하도록 하였다.

V. 연구 결과 및 논의

1. 연구 결과 분석을 위한 집단 동질성 검사

본 프로그램을 적용하고 그 효과성을 알아보기 위해

실험 집단과 비교 집단을 설정하였으며 두 집단의 동질성을 확보하였다. 집단 동질성 검사는 글로벌 시스템 사고 검사지를 활용하였으며 프로그램을 적용하기 전에 두 집단의 학생들이 문항에 답하였다. 검사 결과는 독립 표본 t-검정을 통해 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

실험 집단과 비교 집단의 글로벌 시스템 사고와 그 하위 요소들을 비교한 결과 모든 영역에서의 유의확률이 0.05보다 크므로 두 집단 간 글로벌 시스템 사고의 차이는 유의미하지 않았다. 이를 통해 두 집단은 동질 집단이라고 할 수 있다.

2. 검사지를 활용한 글로벌 시스템 사고 검증

연구자가 개발한 프로그램이 학생들의 글로벌 시스템 사고 향상에 미친 영향을 알아보기 위해 프로그램이 마무리 된 이후에 실험 집단과 비교 집단의 글로벌 시스템 사고를 독립 표본 t-검정을 실시하였다. 또한, 실험집단을 대상으로 프로그램 사전과 사후에 그 변화를 알아보기 위해 대응 표본 t-검정을 함께 실시하였다.

표 8. 글로벌 시스템 사고 사전 검사 결과

영역	평균		표준편차		t값	p값
	실험집단 (N=127)	비교집단 (N=112)	실험집단 (N=127)	비교집단 (N=112)		
전체	3.90	3.92	.37	.31	-.404	.687
정신모델	3.91	3.95	.55	.68	-.518	.605
개인숙련	4.26	4.13	.56	.65	1.571	.118
팀 학습	4.10	4.07	.50	.40	.425	.671
시스템 분석	3.89	4.01	.48	.55	-1.676	.095
공유비전	3.34	3.42	.56	.46	-1.230	.220

* p<.05, ** p<.01

표 9. 실험집단의 글로벌 시스템 사고 사전-사후 검사 비교 결과 (N=127)

영역	사전 검사		사후 검사		t값	p값
	평균	표준편차	평균	표준편차		
전체	3.90	.37	4.14	.25	-7.158	.000**
정신모델	3.91	.55	4.02	.51	-1.460	.147
개인숙련	4.26	.56	4.47	.44	-3.269	.001**
팀 학습	4.10	.50	4.22	.51	-2.801	.006**
시스템 분석	3.89	.48	4.15	.46	-4.290	.000**
공유비전	3.34	.56	3.83	.44	-17.457	.000**

* p<.05, ** p<.01

실험집단을 대상으로 프로그램 적용 이전과 이후의 글로벌 시스템 사고 변화를 비교하였을 때 글로벌 시스템 사고 전체 영역과 개인숙련·팀 학습·시스템 분석·공유비전 영역에서 모두 매우 유의미한 차이가 나타났다. 사전·사후 검사 결과만 본다면 본 프로그램이 학생들의 글로벌 시스템 사고 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각할 수 있다. 하지만, 본 연구에서 활용된 글로벌 시스템 사고 검사 도구는 사전과 사후 검사에서 동일한 것이 활용되었으며 비교집단 학생들이 학습한 내용에 비해서 본 프로그램이 보다 효과적이라고 단정짓기에는 어려움이 있다. 이러한 한계를 보완하기 위해서 실험집단과 비교집단의 사후 검사 결과를 더 알아보았다.

프로그램을 적용한 이후에 실시한 글로벌 시스템 사고 검사를 실험집단과 비교집단으로 비교한 결과에서는 글로벌 시스템 사고 전체 영역과 시스템 분석 영역이 매우 유의미한 차이가 나타났으며 개인숙련 영역에서는 유의미한 차이가 나타났다. 이를 통해 본 프로그램이 학생들의 글로벌 시스템 사고에 긍정적인 영향을 미치고 있으며 특히 시스템 분석 영역에서 크게 기여하고 있었다. 이러한 결과는 본 프로그램이 보드게임 활동과 인과 지도 그리기 등 글로벌 시스템을 이해하고 이를 바탕으로

로 문제를 해결할 수 있는 방법을 시스템적으로 찾아보는 활동이 크게 기여했다고 볼 수 있다. 또한, 스스로 목적을 설정하고 이를 달성하기 위해 끊임없는 시도와 노력을 하는 개인숙련 영역(이효녕 등, 2013:998)에서도 유의미한 결과가 나타났다. 이는 Entry와 Teachable Machine과 같은 교육용 학습 도구에서 그 원인을 찾을 수 있었다. 학생들은 문제를 해결하기 위한 방법을 적용하는 과정에서 정답과 오답으로 방법을 평가하기 보다는 지속적으로 다양한 방법을 설계하고 수정하는 경험을 가질 수 있었다. 오답에서의 자유로움은 학생들이 목적 달성을 위해 끊임없이 노력하는 개인숙련의 변화로 나타났다.

3. 활동지를 활용한 글로벌 시스템 사고 검증

학생들의 글로벌 시스템 사고의 변화를 알아보기 위해 프로그램 사전과 사후를 글로벌 시스템 사고 활동지를 통해 분석하였으며 결과는 다음과 같다.

글로벌 시스템 사고 활동지에서는 단어 연상 영역의 연상 개념 수, 인과 지도 영역의 활용 개념 수와 개념

표 10. 글로벌 시스템 사고 사후 검사 결과

영역	평균		표준편차		t값	p값
	실험집단 (N=127)	비교집단 (N=112)	실험집단 (N=127)	비교집단 (N=112)		
전체	4.14	4.00	.25	.41	3.185	.002**
정신모델	4.02	3.89	.51	.51	1.901	.059
개인숙련	4.47	4.34	.44	.51	2.093	.037*
팀 학습	4.22	4.14	.51	.54	1.196	.233
시스템 분석	4.15	3.93	.46	.72	2.849	.005**
공유비전	3.83	3.69	.44	.78	1.413	.159

* p<.05, ** p<.01

표 11. 글로벌 시스템 사고 활동지 분석 결과

영역	항목	사전 검사		사후 검사		t값	p값
		평균	표준편차	평균	표준편차		
단어 연상	연상 개념 수	8.25	3.22	9.41	2.33	-6.730	0.000**
	개념 집단 수	2.31	1.04	2.42	.83	-1.778	0.078
개념 간 관계	개념 연결 수	4.66	1.31	4.74	1.26	-1.299	0.196
인과 지도	활용 개념 수	5.03	1.27	5.25	1.08	-3.062	0.003**
	개념 집단 수	1.59	.99	1.65	.87	-1.191	0.236
	개념 순환 수	0.51	.58	0.56	.58	-2.733	0.007**

* p<.05, ** p<.01

순환 수에서 매우 유의미한 변화가 나타났다. 단어 연상 문항의 경우에는 학생들이 연상하는 개념의 수가 사전에는 평균 8.25개의 단어를 기록하였으나 사후에는 9.41개로 증가하였다. 학생들은 본 프로그램을 통해서 글로벌 시스템을 구성하는 요소들을 이전보다 잘 떠올릴 수 있게 되었는데 개념 집단과 개념 연결 수에서는 이러한 변화가 나타나지 않았다. 이는 초등학생들 수준에서 개념을 떠올리는 사고까지는 확장이 되었으며 개념을 연결시키는 과정에서는 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 인과 지도를 활용한 검사에서는 활용 개념 수가 5.03개에서 5.25개로 증가하였으며 개념 순환 수는 0.51개에서 0.56개로 증가하였다. 글로 작성하는 학습지에 비해 인과 지도를 활용한 검사에서 유의미한 결과가 나온 것은 학생들이 추상적으로 생각하는 개념과 그 관계들을 구체적으로 보여주는 도구로서 효과가 있기 때문이다.

VI. 결론 및 제언

본 연구는 글로벌 시스템 사고 향상을 위한 AI 융합교육 프로그램을 개발하고, 이를 학생들에게 적용하여 학생들의 글로벌 시스템 사고에 대한 효과를 분석하는 것에 그 목적이 있다.

사회가 정치, 경제, 환경, 경제 등의 모든 분야에서 그 복잡성을 더해가면서 현재 벌어지고 있는 문제조차 인식하지 못하는 일들이 발생하고 있다. 이를 위해 복잡한 사회 문제를 인식하고 해결할 수 있는 역량이 미래 사회의 시민들에게 요구된다. 또한, 최근의 사회 문제들은 국경이라는 인위적인 경계에 갇혀서 발생하기보다는 경계를 넘나드는 글로벌화된 문제로 발생한다. 그러므로 시스템 사고에서 바라보는 시스템의 스케일도 글로벌 스케일에서 접근해야 한다. 이러한 이유로 글로벌 시스템 사고를 AI 융합교육 프로그램에 접목시켰다는 점에서 본 연구의 의의를 찾을 수 있다. 이 장에서는 연구 결과를 바탕으로 연구의 결론과 제언을 논의하고자 한다.

첫째, 초등학생들의 글로벌 시스템 사고를 향상시키기 위한 AI 융합교육 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램의 주제는 해양 플라스틱 쓰레기 문제 해결이다. 프로그램은 시스템 사고 모델과 머신러닝 기반 소프트웨어 지도 모델을 융합한 형태로 개발되었으며 글로벌 문제를 해결하기 위해서 교과교육의 내용도 융합하였

다. 글로벌 시스템 사고는 우리 세계를 단편적으로 바라보기 보다는 통합적, 순환적, 전체적으로 바라보는 사고 방법이다. 개발된 프로그램은 해당 분야 전문가 10인에게 내적 타당도 검사와 학생 11명을 대상으로 한 예비연구를 통해서 수정 및 보완하였다.

둘째, 프로그램의 효과성을 검증하기 위한 검사지 분석 결과에서는 몇 개 영역에서 유의미한 향상이 나타났다. 글로벌 시스템 사고의 전체 영역과 개인숙련·팀 학습·시스템 분석·공유비전 영역에서 유의미한 향상이 나타났다. 하지만, 검사지가 사전과 사후에 동일한 것이 활용되었으며 실험집단 만의 검사로는 본 프로그램이 일반적인 교육과정보다 효과적이라는 결론에 도달하기 어려웠다. 이를 보완하기 위해 실험집단과 비교집단을 대상으로 글로벌 시스템 사고 사후 검사 결과를 비교하였으며 글로벌 시스템 사고 전체 영역과 개인숙련·시스템 분석 영역에서 유의미한 향상이 나타났다.

셋째, 프로그램의 효과성을 검증하기 위한 활동지 분석 결과에서는 몇 개 영역에서 유의미한 향상이 나타났다. 글로벌 시스템 사고 활동지에서는 단어 연상 영역의 연상 개념 수와 인과 지도 영역의 활용 개념 수·개념 순환 수에서 유의미한 향상이 나타났다. 학생들은 본 프로그램을 학습하면서 복잡한 글로벌 시스템에 대한 이해도가 향상된 것으로 나타났는데 특히, 인과 지도를 그리면서 다양한 관계에 대해서 인식하게 되었다. 학생들은 쌍방향적 관계, 일대다 대응, 거미줄 형태 등 이전에 비해 보다 다양한 관계를 제시하였다. 검사지를 활용한 분석과 다르게 비교집단과의 비교 과정이 없는 것은 본 연구의 한계점이다.

넷째, 본 연구에서는 글로벌 시스템 사고를 향상시키기 위해 AI 융합교육을 설계 및 적용하였다. 학생들은 수업 과정에서 글로벌 문제의 복잡성에 대해 공감하였으며 이를 해결하기 위해서는 기존의 방법으로는 한계가 있다고 생각하였다. 이러한 흐름은 자연스럽게 인공지능을 활용한 문제해결로 연결되었으며 시스템 사고가 필요한 복잡한 문제에서의 AI 융합교육의 필요성으로 확장되었다. 본 연구에서는 학생들이 시스템 사고 모델을 통해 분석한 문제 상황에서 필요한 인공지능 알고리즘을 탐색하고 설계하였으며 이를 실제 생활에서 활용 가능한 어플리케이션으로 제시하였다. AI 융합교육은 학생들이 글로벌 시민으로서 우리 세계에 기여하고 학교

에서 배운 지식을 실천해보는 교육 기회를 확대하였다.

이 연구 결과에 기초하여 다음과 같이 제언할 수 있다. 첫째, AI 융합교육 프로그램이 초등학생들의 글로벌 시스템 사고에 긍정적인 영향을 준 것을 확인하였기에, 보다 다양한 차원의 글로벌 문제를 활용하여 학생들에게 다양한 시스템에 대한 경험을 제공할 프로그램을 개발할 필요가 있다. 앞으로 후속 연구자들이 다양한 프로그램을 개발한다면 학생들의 글로벌 시스템 사고 신장과 AI 융합교육이 추구하는 융합적 사고를 위한 교육기회가 확대될 것이다.

둘째, 이 프로그램은 초등학생들을 대상으로 한 프로그램이므로 시스템 사고 구현 수준을 초등학생 수준에 맞추어서 학습을 진행하였다. 하지만 글로벌 시스템 사고는 다른 학교급에서도 필수적인 역량이므로 중학교와 고등학교에서도 적용 가능한 프로그램을 추가 개발하여 후속 연구를 진행한다면 프로그램의 일반화가 가능할 것으로 보인다.

셋째, 본 연구는 서울시에 소재한 초등학교 1개교를 대상으로 진행하였으므로 일반화가 어렵다는 한계가 있었다. 글로벌 시스템 사고에 대한 교육의 필요성이 점차 증가하는 상황에서 보다 많은 학교에 적용하는 과정을 통해 프로그램의 일반화를 확보하는 과정이 요구된다.

참고문헌

교육부, 2018, 「초·중등학교 교육과정 총론」, 교육부.
 교육부·한국과학창의재단, 2021, 「학교에서 만나는 인공지능 수업(초등학교 5~6학년) - 교사용 지도서」, 교육부·한국과학창의재단.
 김동환, 2004, 「시스템사고: 시스템으로 생각하기」, 서울: 선학사.
 김형욱·정소진·정소리·문성운, 2017, “초등학생을 위한 시스템 사고 기반의 융합인재교육 프로그램 개발 및 적용 효과” 현장과학교육, 11(3), 288-301.
 문병찬, 2014, “초등과학교육에서 지구시스템 인식강화를 위한 시스템사고 교육 프로그램 개발 및 적용효과” 대한지구과학교육학회지, 7(3), 313-326.
 문병찬·송진여, 2012, “초등학생들의 시스템사고 교수 학습 효과” 한국 시스템다이나믹스 연구, 13(4), 81-99.
 박대륜·안중민·장준혁·유원진·김우열·배영권·유인환, 2020,

“머신러닝 플랫폼을 활용한 소프트웨어 교수 학습 모형 개발” 정보교육학회논문지, 24(1), 49-57.
 박병열·이효녕, 2014, “중등 과학 영재학생들의 시스템 사고력 향상을 위한 융합인재교육 프로그램의 개발 및 적용” 영재교육연구, 24(3), 421-444.
 박상준, 2017, “주제 중심 융합교육과정의 구성 방안: 사회과학과 여러 교과 간 융합교육과정의 구성을 중심으로” 사회과학교육연구, 24(3), 1-25.
 박상준, 2022, 「사회과학과 교재연구 및 교수법」, 서울: 교육과학사.
 배경석·최재혁·문예진·지덕영·이태호·손연아, 2022, “시스템사고 접목 과학수업 모델 개발 및 타당화에 관한 연구” 한국시스템다이나믹스연구, 23(2), 5-30.
 백윤수·박현주·김영민·노석규·이주연·정신수·최유현·한혜숙·최종현, 2012, 「융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구」, 교육과학기술부.
 서태열, 2018, 「지리교육학의 이해」, 서울: 한올아카데미.
 손준호·김종희, 2016, “3단계 마인드맵 활동이 과학영재 학생들의 시스템 사고 향상에 미치는 효과: 천문 내용을 중심으로” 영재교육연구, 26(2), 257-280.
 이경윤·조의호·한춘희, 2021, “시스템사고를 활용한 초등사회과 교육 방안 모색” 사회과학연구, 9(2), 63-81.
 이경진·김경자, 2012, “통합교육과정 접근으로서의 ‘융합인재교육(STEAM)’의 의미와 실천 가능성 탐색” 초등교육연구, 25(3), 55-81.
 이용숙·김영미·김영천·이혁규·조덕주, 2004, “실행연구를 통한 연구와 교육실천의 연계성 강화” 열린교육연구, 12(1), 363-402.
 이종구, 2021, “VUCA 비즈니스의 세계” 융합경영리뷰, 25, 48-50.
 이효녕·권혁수·박경숙·이현동, 2013, “고등학생들의 시스템 사고 측정을 위한 측정 도구 개발과 타당화” 한국과학교육학회지, 33(5), 995-1006.
 이효녕·이현동, 2013, “과학 고등학교와 일반 고등학교 학생들을 대상으로 시스템 사고 측정 도구의 타당도 검증 및 시스템 사고 비교” 한국과학교육학회지, 33(6), 1237-1247.
 장의선, 2007, “시스템 사고를 배경으로 한 지리적 사고의 재구성” 한국지리환경교육학회지, 15(1), 77-92.
 전재돈·이효녕, 2015, “고등학생을 위한 시스템 사고 기반의 융합인재교육 프로그램 개발 및 적용 효과” 한국과학교육학회지, 35(6), 1007-1018.

- 조은별·이선영·신중호·홍윤정, 2015, “융합교육 핵심요인과 기대효과에 대한 델파이 분석” *영재교육연구*, 25(1), 37-58.
- 한국과학창의재단, 2022, 「초·중등 인공지능(AI)교육 학교 적용 방안 연구 연구보고서(SW·AI)」.
- Banks, J.A., Banks, C.A., Cortes, C.E., Hahn, C.L., Merryfield, M.M., Moodley, K.A., Murphy-Shigematsu, S., Osler, A., Park, C., and Parker, W.C. 2005, *Democracy and Diversity: Principles and Concepts for Educating Citizens in a Global Age*, Seattle: University of Washington, Center for Multicultural Education.
- Best, A. and Holmes, B., 2010, Systems thinking, knowledge and action: Towards better models and methods, *The Policy Press*, 6(2), 145-159
- Borrelle, S.B., Ringma, J., Law, K.L., Monnahan, C.C., Lebreton, L., McGivern, A., Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G.H., Hilleary, M.A., Eriksen, M., Possingham, H.P., De Frond, H., Gerber, L.R., Polidoro, B., Tahir, A., Bernard, M., Mallos, N., Barnes, M., and Rochman, C.M., 2020, Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution, *Science*, 369(6510), 1515-1518.
- Briscoe, P., 2015, Global systems thinking in education to end poverty: Systems leaders with a concerted push, *International Studies in Educational Administration*, 43(3), 5-19.
- Broadband Commission, 2022, *Artificial Intelligence and Digital Transformation: Competencies for Civil Servants*.
- Cerf, V.G., 2013, Augmented intelligence, *IEEE Internet Computing*, 17(5), 96.
- Cox, M., Elen, J., and Steegen, A., 2017, Systems thinking in geography: Can high school students do it?, *International Research in Geographical and Environmental Education*, 28(1), 37-52.
- Cox, M., Steegen, A., and Elen, J., 2018, Using causal diagrams to foster systems thinking in geography education, *International Journal of Designs for Learning*, 9(1), 34-48.
- Davis, A.C. and Stroink, M.L., 2016, The relationship between systems thinking and the new ecological paradigm, *Systems Research and Behavioral Science*, 33, 575-586.
- Holmes, W., Bialik, M., and Fadel, C., 2019, Artificial Intelligence in Education, Promises and Implications for Teaching and Learning(정제영·이선복 역, 2020, 인공지능 시대의 미래교육, 서울: 박영스토리).
- Joppa, L.N., 2017, AI for earth, *Nature*, 552, 325-328.
- Lawshe, C.H., 1975, A quantitative approach to content validity, *Personnel Psychology*, 28, 563-575.
- Lee, T.D., Jones, M.G., & Chessnut, K., 2019, Teaching systems thinking in the context of the water cycle, *Research in Science Education*, 49(1), 137-172.
- MacLeod, M., Arp, H.P.H., Tekman, M.B., and Jahnke, A., 2021, The global threat from plastic pollution, *Science*, 373(6550), 61-65.
- Mattsson, K., Johnson, E.V., Malmedal, A., Linse, S., Hansson, L.-A., and Cederwall, T., 2017, Brain damage and behavioral disorders in fish induced by plastic nanoparticles through the food chain, *Scientific Reports*, 7, 11452.
- Mehren, R. and Rempfler, A., 2022, Assessing Systems Thinking in Geography. In: Bourke, T., Mills, R., Lane, R. (Eds) *Assessment in Geographical Education: An International Perspective*, Key Challenges in Geography. Springer, Cham, 31-54.
- National Cancer Institute, 2007, Greater than the sum: Systems thinking in tobacco control, *Tobacco Control Monograph*, 18.
- Rochman, C.M., 2015, The Complex Mixture, Fate and Toxicity of Chemicals Associated with Plastic Debris in the Marine Environment, In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*, Springer, Berlin, 117-140.
- Strachna, O. and Asan, O., 2021, Systems thinking approach to an artificial intelligence reality within healthcare: From hype to value, *2021 IEEE International Symposium on Systems Engineering*, 1-8.
- UNESCO, 2010, *Education Counts: Towards the Millennium Development Goals. Education For All Global Monitoring Report* (Paris: UNESCO) (retrieved

조현기

from <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001902/190214e.pdf>).

WWE, 2022, *Impacts of Plastic Pollution in the Oceans on Marine Species, Biodiversity and Ecosystems*.

Microsoft 'AI for Earth', <https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-for-earth>

The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, <https://algorithm.data61.csiro.au/ai-indigenous-knowledge-a-powerful-tool-posing-critical-questions>

교신 : 조현기, 05268, 서울특별시 강동구 명일로 364,
서울명원초등학교(이메일: gusrl727@naver.com)

Correspondence: Hyungi Cho, 05268, 364, Myeonil-ro,
Gangdong-gu, Seoul, Republic of Korea, Seoul
Myeongwon Elementary School (Email: gusrl727@
naver.com)

투고접수일: 2023년 2월 28일

심사완료일: 2023년 3월 17일

게재확정일: 2023년 3월 22일