

교육생태계 기반 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략 연구

Strategies for K-12 SW·AI education based on educational ecosystem

곽소아[†] · 장연주^{**} · 최승윤^{***} · 박선우^{****} · 김현철^{*****}

Soah Gwak[†] · Yeonju Jang^{**} · Seongyune Choi^{***} · Sunwoo Park^{****} · Hyeoncheol Kim^{*****}

요약

SW·AI 교육은 사회와의 연계성이 매우 높기 때문에 학교, 교사, 사회, 산업, 정부, 대학 등이 상호 연계된 좋은 생태계가 구성되었을 때 교육 목표를 효과적으로 달성할 수 있다. 따라서 본 연구의 목표는 초·중등 SW·AI 교육생태계 현황을 파악하고, 교육생태계 기반의 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략을 제안하는 것이다. 이를 위하여 문헌 연구를 통해 학생을 중심으로 가장 밀접한 주체로 가족과 친구, 학교와 교사를 설정하고 이들을 지원하는 주체로 공공기관, 기업 및 비영리기관으로 범주화하여 다양한 교육 지원 활동들을 조사하였다. 그리고, 초·중등 학생들에게 온라인 설문을 실시하여 SW·AI 학습 경험을 확인하였다. 설문분석 결과 각 학교급 별로 학생들이 필요로 하는 학습지원 방법이 다름을 확인할 수 있었고, 초·중학생들은 코딩 학습 역량 수준에 따라, 고등학생들은 신기술에 대한 관심도 단계에 따라 학습 동기와 문제 해결 방법에 차이가 있는 것을 확인할 수 있었다. 이상의 분석 결과를 토대로 본 연구는 각 학교급별 학습자 특성을 세분화하여 교육생태계 기반의 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략을 제안하였다. 본 연구의 결과는 디지털 전환시대의 인재양성을 위한 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략 수립 및 실천을 위한 기초연구자료로 활용될 수 있다.

주제어: 초·중등 SW·AI 교육생태계, 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략, 동기 부여, 맞춤형 학습

ABSTRACT

As SW·AI education is highly connected to society, educational goals can be effectively achieved when a good ecosystem is formed where schools, teachers, society, industry, information, universities, etc. are interconnected. Therefore, the goal of this study is to understand the current status of K-12 SW·AI educational ecosystem in South Korea and to propose the strategies for K-12 SW·AI education based on this educational ecosystem. We conducted the literature review and arranged family, friends, school, and teachers as the entities most closely related to students. And we looked at various educational support activities by categorizing the supporting entities into public institutions, corporations, and non-profit organizations. Additionally, we conducted the online survey with K-12 students to validate their SW·AI learning experiences. The survey analysis revealed that the learning support methods needed by students at each school level are different. And also, it was confirmed that there were differences in learning motivation and problem-solving methods for elementary and middle school students depending on their level of coding learning competency, and for high school students depending on their level of interest in new technology. Building upon the findings from literature and survey analyses, this study subdivided the characteristics of learners at each school level and proposed the strategies for K-12 SW·AI education based on the educational ecosystem. The results of this study can be used as basic research data for establishing and implementing K-12 SW·AI education support strategies to foster talent in the era of digital transformation.

Keywords: K-12 SW·AI Educational Ecosystem, Strategies for K-12 SW·AI Education, Motivation, Personalized Learning

[†]정 회 원: 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사과정

^{**}정 회 원: 고려대학교 정보창의교육연구소 연구원

^{***}정 회 원: 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사수료

^{****}정 회 원: 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사과정

^{*****}중신회원: 고려대학교 컴퓨터학과 교수(교신저자)

1. 연구의 필요성

디지털대전환 시대를 맞아 디지털 리터러시와 SW·AI 교육에 대한 관심이 전세계적으로 급증하고 있다. 전통적으로 언어와 수리력 중심이었던 리터러시가 디지털로 세상을 이해하고 소통하며 새로운 가치를 만들어 내는 기초 역량으로 확장됨에 따라 디지털 리터러시와 컴퓨팅 사고력은 누구나 함양해야 하는 필수 역량이 되었다[1, 2]. 전 세계 주요 국가들은 디지털 대전환 시대의 글로벌·국가·사회적 요구사항을 반영하고, 미래 사회 변화에 적극적으로 대응할 수 있는 디지털 리터러시와 SW·AI 기초 역량을 기르는 것을 목표로 국가 차원의 미래인재 양성 계획을 수립 및 추진하고 있다[3-6].

국내에서도 초·중등 AI·SW교육의 성공적인 안착과 저변 확대를 위해 다양한 노력을 하고 있다. 2014년 SW중심사회 실현전략이 발표된 후[7], 2015 개정 교육과정을 통해 초등학교와 중학교에서 SW 교육을 의무화 하고, 고등학교에서는 선택 과목으로 배우도록 했다 [8, 9]. 2020년에는 고등학교 진로 선택과목으로 인공지능 기초 과목을 신설하고[10], 같은해 정보 교육 종합계획, 인공지능시대 교육정책 방향과 핵심과제, 전국민 AI·SW교육 확산 방안을 발표했다[11]. 이후 2022 개정 교육과정을 통해 디지털 기초소양을 강조하고 SW·AI 관련 과목과 교육시수를 늘렸다[12, 13].

SW·AI 교육은 사회와의 연계성이 매우 높은 성격을 가지고 있기 때문에 학교 교육만으로는 한계가 있다. 특히 2022 개정 교육과정에서 SW·AI 교육은 생태, 기후변화, 환경오염, 문화예술, 다양성, 공동체성, 경제사회문제 등 지속가능한 발전목표를 세우고 주체적으로 문제를 해결하는 역량을 기르는 것을 목표로 둔다 [12, 13]. 때문에 SW·AI 교육의 주요 특징은 사회 및 커뮤니티, 문화와 직결된다고 볼 수 있으며, 학교, 교사, 사회, 산업, 정부, 대학 등의 상호 연계된 좋은 생태계가 구성되었을 때 비로소 효과적으로 SW·AI 교육 목표를 달성할 수 있다[11][14]. 효과적인 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략을 제안하기 위해서는 학생과 교사, 학교 교육을 중심으로 구성된 관련 교육생태계를 파악하고, 이를 기반으로 한 교육 지원 전략을 제안할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 초·중등 SW·AI 교육 생태계를 파악하고, 초·중등 학생들의 SW·AI 교육 경험을 분석하여 교육생태계 기반의 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략을 제안하는 것을 목표로 한다. 본 연구

의 연구문제는 다음과 같다.

1. 국내 초·중등 SW·AI 교육생태계 현황을 파악한다.
2. 초·중학생의 코딩 학습 역량 수준에 따른 학습 경험·동기·방법 차이를 분석한다.
3. 고등학생의 신기술에 대한 관심도 단계에 따른 학습 동기·방법·저해요인의 차이를 분석한다.
4. 분석 결과를 토대로 학습 격차를 줄이고 개인화·맞춤형 학습을 지원할 수 있는 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략을 교육생태계 기반으로 제시한다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

본 연구에서는 초·중등 SW·AI 교육생태계 현황 파악을 위해서 교육과정을 분석하고, 문헌 연구와 웹 검색을 통해 SW·AI 교육활동과 이를 지원하는 주체들을 조사하였다. 이 중에서 연구 목적에 적합하지 않은 활동, 상세 내용이 확인 불가능한 활동, 중복된 내용 등을 제외하고 초·중등 SW·AI 교육 지원 활동을 분석 대상으로 선정하였다.

그 다음으로 초·중등 학생의 SW·AI 학습 경험을 조사하기 위해 서울 및 대전 지역의 초등학교, 서울 지역의 중학생, 서울경기 지역의 고등학생들에게 온라인 설문을 실시하였다. 설문은 2023년 3월 초에 초·중·고등학생들에게 약 2주 동안 실시하였으며, 정보활용에 동의하고 성실히 작성한 응답만 선별하여 분석하였다. 설문 분석 대상은 Table 1과 같다.

Table 1. Participants

School	Grade		Total
Elementary	5th	22	134
	6th	112	
Middle	1st	3	103
	2nd	100	
High	1st	229	413
	2nd	61	
	3rd	123	
Total			650

2.2 연구방법 및 절차

본 연구의 연구 절차는 Table 2과 같다. 첫째, 문헌 연구와 웹 검색을 통해 SW·AI 교육활동과 이를 지원하는 주체들을 조사하고 기관 유형별로 범주화하여 주

요 지원활동을 분석하였다. 둘째, 초·중등학생들의 SW·AI 학습경험을 분석하기 위해 학교급별 자기보고식 설문지를 개발 및 적용하였다. 셋째, 설문 결과를 분석하여 초·중등학생들이 SW·AI 학습과정에서 겪는 어려움과 필요로 하는 학습지원 방법을 도출하였다. 마지막으로, 문헌 연구와 설문 분석결과를 종합하여 교육생태계 기반의 SW·AI 교육 지원전략을 각 학교급별, 학습자 특성별로 제안하였다.

Table 2. Research procedure

No.	Procedure	Content
1	Literature review	Analyze K-12 SW·AI curriculum.
		Analyze the status of support from public institutions.
		Analyze the status of support from the companies and the non-profit organizations.
		Derive the status of K-12 SW·AI educational ecosystem in Korea..
2	Develop survey questions & review	Develop the survey questions : elementary & middle / high schools.
		Expert review to ensure validity of survey questions.
3	Apply survey questions & analyze results	Apply online survey questions.
		Derive the hurdles and success factors in K-12 SW·AI Learning.
4	Derive the strategies for K-12 SW·AI education	Combine the results and derive the strategies for K-12 SW·AI education based on educational ecosystem.

들을 조사하였다. 이 중에서 연구 목적에 적합하지 않은 활동, 상세 내용이 확인 불가능한 활동, 중복된 내용을 제외하고 초·중등 SW·AI 교육 지원 활동을 분석 대상으로 선정하였다. Fig.1은 본 연구에서 문헌연구 결과를 토대로 구성한 초·중등 SW·AI 교육생태계의 주요 주체와 역할을 보여준다. 본 연구에서는 학생을 중심으로 가장 밀접한 주체로 가족과 친구, 학교와 교사를 설정하고 학생, 교사 및 학부모 교육을 지원하는 주체로 공공기관, 기업 및 비영리기관으로 범주화하였다. 각 기관마다 교육활동 지원 목적과 지원 대상, 지원 방법 등이 차별화 되어 있으나, 서로의 비전과 방향성을 공유하며 상호 협력적으로 교육활동을 지원하고 있다. 기관 유형별 주요 지원 내용은 다음과 같다.

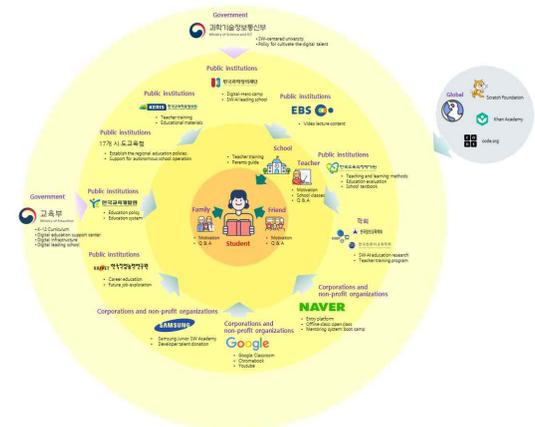


Figure 1. K-12 SW·AI educational ecosystem in Korea

3. 초·중등 SW·AI 교육생태계 분석

교육생태계란 학습자에게 다양한 교육자원과 경험을 제공하는 주체들로 구성된 상호 연결된 네트워크를 뜻한다[15]. 즉, 교육생태계는 학습효과를 최대로 높이기 위해 구성된 집단으로, 여러 주체들이 협력적 관계 혹은 상호 이익이 되는 관계를 맺고 다양한 학습을 지원하며, 학습자의 요청과 학습 환경의 변화에 시의 적절하게 적응하고 대응할 수 있어야 한다[15, 16]. 본 연구에서는 교육생태계를 학습자를 중심으로 초·중등 SW·AI 교육을 효과적으로 안착 및 발전시키기 위해 구성된 공동체로 정의하고 초·중등 SW·AI 교육을 지원하는 주체, 지원 대상, 지원하는 내용들을 중심으로 교육생태계 현황을 파악하고자 한다.

본 연구에서는 초·중등 SW·AI 교육생태계 현황 파악을 위해서 교육과정을 분석하고, 문헌 연구와 웹 검색을 통해 SW·AI 교육활동과 이를 지원하는 주체

3.1 교육부와 초·중등 SW·AI 교육과정

교육부는 인공지능 기술 발전에 따른 디지털 대전환 시대에 따른 새로운 변화와 도전에 대응하기 위해 2022 초·중등 개정 교육과정을 고시하였다[12, 13]. 2022 개정 교육과정에서는 디지털 기초소양 강화, 디지털·AI 교육환경에 맞는 교수학습 및 평가체제 구축, 디지털 기초소양 교육과 연계한 정보교육 강화 등을 통해 AI 등 신기술 분야에 대한 학습을 강조하고 내실화하였다. 초·중·고등학교 모두에서 정보교과목의 목표로 디지털 소양과 인공지능 내용이 추가되었고, 초등학교 실과 교과에서는 ‘디지털 사회와 인공지능’, 중학교 정보 교과에서는 ‘디지털 문화’, ‘데이터’, ‘인공지능’ 영역에서 관련 내용을 다룬다. 고등학교에는 정보 교과권이 신설되고, 일반고에서는 진로선택

과목었던 ‘인공지능 기초’ 외에 ‘데이터 과학’ 이 추가로 신설되었으며, 융합선택 과목으로 ‘SW와 생활’ 이 신설되었다. 정보 교과 시수는 2015 개정 교육과정 대비 초등학교와 중학교에서 각각 2배 늘어나 초등학교 실과 교과에서 34시간 이상, 중학교 정보 교과에서 68시간 이상 편성 운영한다. 고등학교 역시 일반고와 특수목적고에서 정보 교과 시수가 소폭 상승하였다. 2022 개정 교육과정은 2024년 초등학교 1·2학년을 시작으로 초·중등 학교현장에 순차 적용될 예정이다.

3.2 학교 외 기관별 SW·AI 교육 지원

3.2.1. 공공기관의 SW·AI 교육 지원

초·중등 SW·AI 교육 지원을 위한 주요 공공기관으로는 한국과학창의재단(KOFAC), 한국교육학술정보원(KERIS), 한국교육방송공사(EBS)가 있다.

한국과학창의재단(KOFAC)은 과학중심 문화조성과 인재양성을 목적으로 설립된 과학기술정보통신부 산하의 기관으로 초·중등 SW·AI 교육 강화를 위한 정책 기획 및 연구, 정보교과 교육과정 설계 및 개발에 주력하고 있다. 학생 대상으로는 SW 영재학급, SW·AI 캠프(디지털 새싹 캠프), SW·AI 교육 페스티벌(온라인 코딩파티)을 운영하고, 교사 대상으로는 AI 선도학교, SW·AI 담당교원 연수, AI 교사연구회 등을 지원하고 있다. 최근에는 대학·민간·공공 등 양질의 SW·AI 교육을 제공할 수 있는 역량 있는 주체를 발굴하여 디지털 교육생태계를 조성하는 데에도 앞장서고 있다[17].

한국교육학술정보원(KERIS)은 교육 및 학술 관련 정보를 수집 및 제공하는 교육부 산하 공공기관으로, 역량있는 교사양성과 SW·AI 교육을 위한 인프라 및 도구 지원을 중심으로 지원하고 있다. 교사를 대상으로 KERIS 종합교육연수원 운영, AI디지털 교과서 개발과 디지털교육정책지원, 학생·교사·학부모를 대상으로 교육정책 전반의 정보를 통합적으로 제공하는 에듀넷 등을 지원하고 있다[18].

한국교육방송공사(EBS)는 과학기술정보통신부와 함께 전국민 무료 SW교육 플랫폼 이숲(EBS 소프트웨어)을 지원하고 있다. 학생 및 관심 있는 누구나 시간과 장소에 구애받지 않고 수준별 맞춤형 자기주도 학습을 할 수 있도록 양질의 학습 콘텐츠를 제공하고 있으며, 교사를 대상으로 이숲활용 연수, 교과서 기반 및 교과 융합형 교수학습자료 등을 지원한다. 또한, 학부모들을 대상으로 SW·AI 교육에 대한 최신 정보와 가정에서

활용할 수 있는 학습 콘텐츠를 제공한다[19].

이 밖에도 17개 시·도교육청은 각 지역의 특성에 맞는 교육정책을 마련하여 지역 내 유·초·중등학교의 가치와 운영을 돕고[20], 한국교육개발원은 학생, 학부모, 교원을 위한 교육정책 및 교육제도를 연구 및 지원한다[21]. 한국교육과정평가원은 초·중등교육과정, 교수학습방법, 교육평가, 교과용도서 등의 연구를 통해 학교교육의 질 제고와 체계적인 교육정책수립을 지원한다[22]. 한국직업능력연구원은 초·중등학생들이 진로 및 미래직업을 탐색할 수 있도록 다양한 교육활동을 지원하고 있다[23].

3.2.2. 기업 및 비영리기관의 SW·AI 교육 지원

초·중등 SW·AI 교육 지원을 위한 주요 기업 및 비영리기관으로는 Google for Education, 네이버 커넥트 재단, 삼성 주니어 SW 아카데미 등이 있다.

Google for Education은 SW·AI 디지털 기기와 연동하여 활용할 수 있는 다양한 교육용 플랫폼을 개발 및 지원하여 교육의 효율성과 효과성을 높이는 데 주력하고 있다. 학생과 교사를 대상으로 실시간 협업과 커뮤니케이션이 가능한 Workspace for education(Google docs, Google Meet)을 지원하고, 교육 및 학습 자료를 한 데 모아 효율적으로 접근 및 관리할 수 있는 Google Classroom, 사용이 쉽고 보안 기능이 높은 Google ChromeBook 등을 지원하고 있다[24].

네이버 커넥트 재단은 공익목적 교육사업을 시행하기 위해 설립된 비영리기관으로, 학생·교사·학부모를 위한 교육 플랫폼과 학습 커뮤니티를 주로 지원하고 있다. 영유아와 학부모를 대상으로 주니어를 운영하여 놀이 중심의 사고력 학습을 지원하고, 초·중등 학생과 교사를 대상으로 엔트리를 제공하여 협업과 공유 기반의 SW·AI 학습을 지원한다. 또한 학생들을 대상으로 소프트웨어야 놀자, Hello AI World, Play with AI 등 다양한 주제의 학습 커뮤니티와 대학생 멘토링을 지원하고, 교사 대상으로는 교사연구회, AI & DATA for Teachers 등 교육자 커뮤니티 지원에 주력하고 있다. 또한, SW교육 페스티벌을 개최하여 학생, 교사, 학부모를 비롯한 공공기관 관계자, 기업 및 비영리재단 관계자, 연구자 등 교육생태계의 다양한 주체들이 두루 참여할 수 있는 교류의 장을 만들고 있다[25, 26].

삼성 주니어 SW 아카데미 역시 비영리기관으로, 학생들을 대상으로 찾아가는 학교 프로그램 운영, 임직원 재능기부 특강 및 멘토링, 삼성 주니어 SW창작 대회

운영 등을 지원한다. 또한, SW 교육 포럼을 개최하여 AI·SW 교육 우수모델 발굴 및 국내외 교류와 네트워크의 기회를 마련한다[27].

3.3 초·중등 SW·AI 교육생태계 현황

국내 초·중등 SW·AI 교육생태계는 2015 개정 교육과정을 통해 초등학교와 중학교에서 SW 교육이 의무화된 이래로, 지난 5-6년의 짧은 기간에도 불구하고 효율적으로 구성되어 가고 있는 것으로 보인다. 국가교육과정은 정보교과로 자리를 잡았고[12, 13], 실습교육을 위한 플랫폼은 해외의 것과 더불어 국내에서 단단한 플랫폼이 제공되고 있으며[25, 26], 컴퓨터 도구와 관련하여서는 디지털 사업과 맞물려 모든 학생들에게 1인 1디바이스를 보급하는 사업이 최근 교육청 중심으로 시작되고 있고[28], SW·AI 교육 학회에는 교육 정책, 교육 프로그램, 교수학습 방법 등의 관련 연구 사례가 활발히 소개되고 있다[29, 30].

이를 위해 관계 부처·학계·민간 사이에 상호 협력적 거버넌스를 구축하고, 학습자 맞춤형·개인화 교육을 강화하고 정보 격차를 해소하기 위한 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략을 함께 수립 및 추진하기 위한 중장기적 비전을 공유하고 있다[11]. 또한, 초·중등 SW·AI 교육을 지원하는 방법은 정부기관과 공공기관 차원의 Top-down 방식과 학생과 교사, 학부모 등을 중심으로 하는 Bottom-up 방식이 공존하고 있었다[31]. 이 생태계를 구성하고 있는 각각의 기관에서 몇 가지 개선할 만한 사항은 다음과 같다.

첫째, 교육과정의 경우 2022 개정 교육과정을 2015와 비교한 결과 초등학교 및 중학교 모두 디지털 소양과 정보 교과 시수의 증가를 확인할 수 있었다. 하지만 2022 개정 교육과정 총 수업시간 대비 정보 교과의 시간을 살펴보면, 초등학교 총 수업시간(2,176)의 약 1.5%, 중학교 총 수업시간(3,366)의 2.0%, 일반고 총 이수시간(3,072)의 약 8%, 특성화/맞춤형 고등학교 총 이수시간(3,072)의 약 4.1%에 불과하다. 이는 초등학교, 중학교, 고등학교에 걸쳐 평균 약 300시간의 수업 시수를 확보한 주변국들에 비해 현저히 낮다[1][32].

둘째, 공공기관과 기업 및 비영리기관에서 다양한 온라인 강의 영상을 무료로 제공하고 있지만, 인지도나 접근성이 떨어져 보호자나 교사의 도움 없이는 미성년 학생들이 활용하는 데 어려움이 따를 것으로 예상된다. 특히, 영상 자료에 대하여 질문하고 답변할 수 있는 경로가 부족하며 실시간 질의응답 채널을 제공하는 기회

가 적은 것을 확인할 수 있었다.

셋째, 학교를 비롯하여 공공기관, 기업 및 비영리기관에서 초중등 학생들을 위해 다양한 교육 프로그램을 제공하고 있지만, 일회성으로 그치거나 획일화된 내용으로 진행되는 경우가 있었다. 특히 학습자가 자신의 수준 및 관심 정도를 고려하여 배우는 맞춤형 수업이나 자신이 참여하고 싶은 수업을 직접 선택할 수 있는 기회가 부족하고, 참여했던 프로그램의 내용을 더욱 심화하여 배울 수 있는 다음 프로그램과의 연계가 부족한 것으로 보인다.

넷째, 교육 지원 활동에 대해 양적인 결과를 추구하는 경향이 있지만, 질적인 결과에 대해서도 연구할 수 있는 대학 및 연구기관의 참여가 부족하다[31]. 또한 글로벌 학습을 지원할 수 있는 해외 생태계와의 연계가 상대적으로 부족한 것으로 보인다.

4. 설문 문항 개발

초·중등학생의 SW·AI 학습경험을 분석하고 함의를 도출하기 위해 설문 문항을 개발하였다. 초등학생과 중학생은 각각 실과교과와 정보교과를 통해 학교에서 SW를 의무로 배우고, 블록형 프로그래밍 언어이자 이벤트 기반의 언어인 엔트리와 스크래치를 중심으로 실습한다. 즉, 초등학교와 중학교에서는 여러 가지 규칙을 조합하여 문제해결 알고리즘을 구현하고, 하나의 알고리즘만이 아닌 다양한 접근법을 탐색하는 과정을 공통적으로 배운다[8, 9, 12, 13, 33]. 한편, 고등학교에서는 일반 선택 과목으로 정보 교과를, 진로 선택과목으로 인공지능기초를 배우며, 텍스트기반의 프로그래밍 언어인 C 또는 파이썬을 활용하여 창의적 프로젝트를 설계 및 구현한다[8, 9, 12, 13, 34]. 본 연구에서는 학습 및 지도방법이 유사한 초등학교와 중학교를 통합하여 초·중학교와 고등학교로 학교급을 구분하여 자기 보고식 문항을 개발하였다.

4.1 초·중학생 설문 문항 개발

초·중학생 설문 문항은 코딩학습 역량 수준에 따른 코딩 교육 경험, 코딩 학습에 대한 관심도, 코딩 학습 중 문제해결 방법을 분석하기 위한 것으로 문항 구성은 Table 3과 같다.

Table 3. Elementary · middle school survey questionnaire

Large Area	Small Area	N	Note
Basic Information	-	2	-
Learning experience in coding	-	1	Multiple response
Interest in learning coding	Willingness to learn coding	3	Likert scale
	Motivation to learn coding	1	Multiple response
Competency in learning coding	-	16	Self-Report
Method for troubleshooting in coding	-	2	Multiple response
Total		25	-

코딩 경험 문항은 코딩을 배워본 경로를 중복 선택으로 제시했으며, 코딩 학습에 대한 관심도는 코딩 학습 의지와 코딩 학습 동기 문항으로 구성하였다. 코딩 학습 의지 문항은 향후 코딩을 더 배우고 싶은지, 코딩 관련 직업을 희망하는지에 대한 것으로 Luo 외 (2021)[35], Zhang & Dang (2015)[36]에서 제안한 도구를 본 연구의 목적에 맞게 재구성하여 리커트 5점 척도(1: 전혀 아니다. 5: 매우 그렇다.)로 제시하였다. 코딩 학습 동기 문항은 코딩에 관심을 갖게 된 계기를 묻는 것으로 Ryan & Deci (2020)[37]를 근거하여 연구의 목적에 맞게 일부 수정하여 중복 선택으로 제시하였다. 코딩 학습 역량 문항은 코딩 학습 과정에서 무엇을 할 수 있는지 자기보고식 설문으로 응답하도록 했고, 코딩 학습 중 문제해결 방법 문항은 주로 사용하는 문제해결 방법을 중복으로 선택하도록 했다. 이때, 본 연구의 초·중등 SW·AI 교육생태계 분석결과를 기반으로 학교 수업 뿐 아니라 동아리 활동, SW·AI 캠프 등 교육생태계를 통해 초등학생과 중학생이 경험할 수 있는 내용들로 제시하였다.

4.2 고등학생 설문 문항 개발

고등학교 설문 문항은 신기술에 대한 관심도에 따른 코딩 학습에 대한 관심도, 코딩 학습 방법을 분석하기 위한 것으로 문항 구성은 Table 4와 같다.

연구 시점인 2023년 3월 초에 전 세계적으로 사회 전반에서 관심이 급격히 높아졌던 ChatGPT[38]에 대한 내용으로 고등학생의 신기술에 대한 관심도를 분석하고자 하였다. 이를 위해 ChatGPT에 대한 관심도 단계, 관심도 향상 저해요인, 관심도 향상방법으로 문항을 구성하였다. 신기술에 대한 관심도 단계 문항은 ChatGPT

Table 4. High school survey questionnaire

Large Area	Small Area	N	Note
Basic Information	-	4	-
Interest in learning coding	Willingness to learn coding	3	Likert scale
	Motivation to learn coding	1	Multiple response
Interest in new technology	Level of interest in new technology	1	Self-Report
	Hurdles to improving the interest	1	Multiple response
	Method for improving the interest	2	Multiple response
Method for learning coding	-	3	Multiple response
Total		15	-

와 관련하여 무엇을 할 수 있는지에 대한 것으로 0단계~4단계 중에서 자신이 해당하는 단계에 자기 보고식으로 응답하도록 했다. 단계가 높을수록 신기술에 대한 흥미와 이해도가 높고, 가장 높은 4단계는 신기술을 활용하여 새로운 어플리케이션을 만들 수 있다. 관심도 향상 저해 요인은 신기술에 대한 관심도를 향상시키는데 겪는 어려움을 묻는 것으로 중복으로 선택하도록 했다. 관심도 향상을 위한 방법 문항은 주어진 상황에서 가장 효과적이라고 생각하는 방법, 내가 하기는 어렵지만 필요로 하는 방법을 묻는 것으로 각각 중복으로 선택하도록 했다. 코딩 학습에 대한 관심도 문항은 초·중학교 문항과 같은 방법으로 구성했고, 코딩 학습 방법 문항은 에러를 해결할 때 내가 주로 사용하는 방법, 현재 상황에서 내가 할 수는 없지만 필요로 하는 방법을 각각 중복으로 선택하도록 제시했다.

본 연구를 통해 개발된 초·중학교 설문 문항 25개와 고등학교 설문 문항 16개는 초·중등 컴퓨터교육 전문가 4인의 전문가 검토를 통해 문항 타당도를 확보하였다.

5. 초·중등 SW·AI 학습 경험 분석

초·중학생과 고등학생으로 학교급을 구분하고 각각 코딩 학습 역량 수준별, 신기술에 대한 관심도 단계별로 세분화하여 SW·AI 학습 경험을 분석하였다.

5.1 초·중학생의 SW·AI 교육 경험·동기·방법

초·중학생의 코딩 학습 역량 수준은 엔트리나 스크

래치를 이용하여 간단한 프로그램을 만들거나 다른 사람과 협업을 하는 등의 기초 역량이 비교적 높게 나타났다. 그러나 변수나 함수, 인공지능 기능 등 심화 기능을 다루거나 복잡한 프로그램을 구현하는 역량은 상대적으로 저조한 것으로 나타났다. 코딩 학습 역량 수준 별로 상세 분석을 진행하기 위해 학생들의 개별 코딩 학습 역량 점수를 합산한 뒤 역량 수준을 4분위로 구분하였다(1수준: 59명, 2수준: 60명, 3수준: 58명, 4수준: 60명). 1수준이 역량이 가장 높은 집단이며, 4수준이 가장 낮은 역량의 집단이다.

5.1.1. 코딩 교육 경험

초·중학생들은 학교 수업이나 방과 후 수업처럼 학교와 밀접한 환경에서 코딩 교육을 경험한 것으로 확인할 수 있었다. 코딩 학습 역량 수준이 높은 학생들은 이에 덧붙여 책, 유튜브, 온라인 강의 등을 통한 독학 경험이 있고, 학원이나 가족으로부터 배우는 등 다양한 경로를 통해 추가적으로 관련 교육을 받은 것으로 나타났다. 이에 비해 코딩 역량 수준이 낮은 학생들은 학교 수업 이외에 다른 경로로 관련 교육을 받은 경험이 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

5.1.2. 코딩 학습 동기 및 의지

초·중학생의 코딩 학습 동기로는 수업 시간에 배우면서 느낀 흥미와 재미가 가장 높았으며, 미래에 도움이 될 것 같아서 코딩을 배우는 데 관심을 가지게 되었다는 응답이 그다음으로 높게 나타났다. 코딩 학습 역량 수준에 따른 학습 동기를 유형을 살펴보면, Figure 3과 같다.

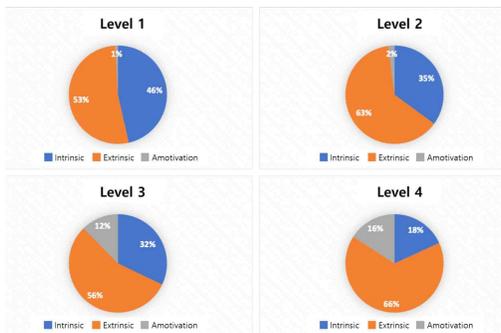


Figure 3. Motivation for coding learning by coding learning competency level

역량 수준이 높은 학생들은 코딩 학습에 대한 순수한 호기심과 흥미 등 내재적 동기가 매우 높았지만, 역량이 낮은 학생들은 사회적 분위기나 주변의 권유 등 타인에 의한 외재적 동기 수준이 높고, 코딩 학습에 관심이 없다는 무동기 응답도 상대적으로 더 많았다. 또한, 역량 수준이 높은 학생들은 향후 지속적으로 코딩 학습을 하고자 하는 의지가 역량 수준이 낮은 학생들보다 상대적으로 더 높은 것을 확인할 수 있었다.

5.1.3. 문제 해결 방법

초·중학생이 코딩 학습 문제를 해결하는 방법으로는 선생님께 질문한다는 응답이 가장 많았다. 코딩 학습 역량 수준에 따라 문제 해결 방법을 살펴보면, Figure 4와 같다.

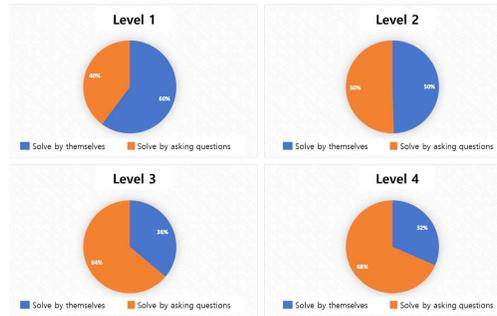


Figure 4. Method for troubleshooting by coding learning competency level

역량 수준이 높은 학생들은 문제를 해결할 때 유튜브나 인터넷 검색 등 관련 자료를 찾아 스스로 문제를 해결하려는 경향을 보였다. 반면, 역량 수준이 낮은 학생들은 선생님이나 친구에게 의존하여 문제를 해결하는 경향을 나타냈다. 또한, 초·중학생이 코딩 학습 중 겪었던 어려움을 해결하지 못한 주요 원인으로는 관련 자료나 영상을 찾지 못하거나 궁금한 것을 물어볼 수 있는 대상의 부재인 것으로 나타났다. 특히, 역량 수준이 높은 학생들은 문제 해결을 스스로 하려는 경향이 있으나 온라인자료나 무료 영상, 책 등 관련 자료의 부족으로 문제를 해결하지 못한 경험이 있었다. 반면, 역량 수준이 낮은 학생들은 주변 사람들에게 질문하는 방법을 통해 문제를 해결하고자 하는 경향이 있으나, 부모님이나 친구 등 질문할 대상이 없거나 그들에게 적절한 대답을 듣지 못해서 문제를 해결하지 못했다는 응답을 하였다.

5.2. 고등학생의 SW·AI 학습 동기·방법·저해요인

2023년 3월 ChatGPT에 대한 사회적 관심이 전 세계적으로 급증한 시점에 고등학생의 신기술에 대한 관심도 단계는 대부분 ChatGPT를 들어본 적이 있거나 가볍게 사용해본 정도로 Table 5와 같다. 가장 높은 4단계의 응답 수가 상대적으로 매우 적어서 유의미한 분석을 위해 3, 4단계를 3단계로 통합하여 분석하였다.

Table 5. High school students' level of interest in new technology, in March 2023

Level		N
Level 0	I've never heard of ChatGPT.	76(18.4%)
Level 1	I've heard of ChatGPT, but have never used it.	178(43.1%)
Level 2	I created a ChatGPT account and used it simply.	135(32.7%)
Level 3	I know what algorithm ChatGPT was created with.	20(4.8%)
Level 4	I can create a new application by connecting to the recently released ChatGPT API.	4(1.0%)
Total		413(100%)

5.2.1. 코딩 학습 동기 및 의지

고등학생들은 관련 직업을 희망하지 않더라도 코딩 학습에 흥미를 느끼고 있고, 앞으로도 코딩을 배우고 싶어 하는 것으로 나타났다. 고등학생의 코딩 학습 동기로는 미래에 도움을 줄 수 있는 외재적 동기가 가장 높았으며, 이는 초·중학생이 수업 시간에 경험한 호기심과 흥미 등 내재적 동기가 가장 높았던 것과 다른 양상을 보였다.

신기술에 대한 관심도 단계에 따라 살펴보면, 단계가 높은 학생들은 코딩 학습 과정에서 즐거움을 느끼는 내재적 동기가 높은 경향을 보인 반면, 단계가 낮은 학생들은 선생님의 권유에 의존하는 등 외재적 동기 수준이 높고, 코딩 학습 자체에 관심과 흥미가 없다는 응답이 많은 경향을 보였다. 또한, 단계가 높을수록 향후 지속적으로 코딩 학습을 하고자 하는 의지가 높았다.

5.2.2. 코딩 학습 방법

고등학생들은 코딩 학습을 할 때 학교 수업 외에도 주로 유튜브, 온라인 무료 강의, 인터넷 검색, 물어볼 수 있는 사람(친구, 선생님, 멘토, 선배)을 사용하는 것

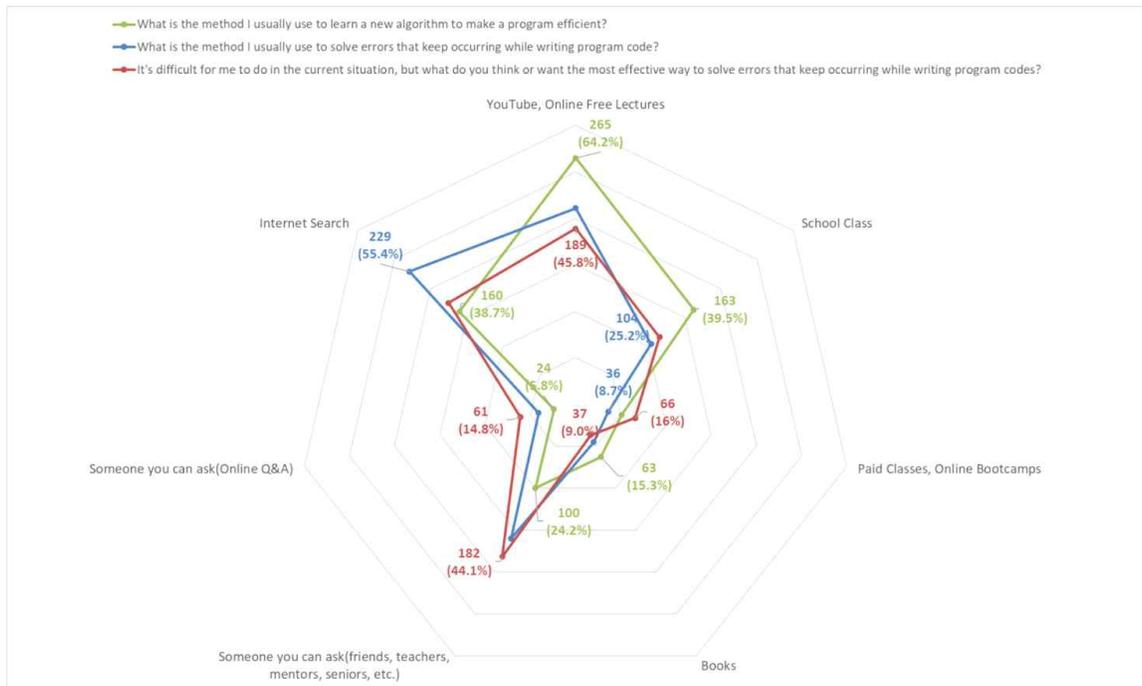


Figure 5. Learning methods and support methods for high school students in learning coding

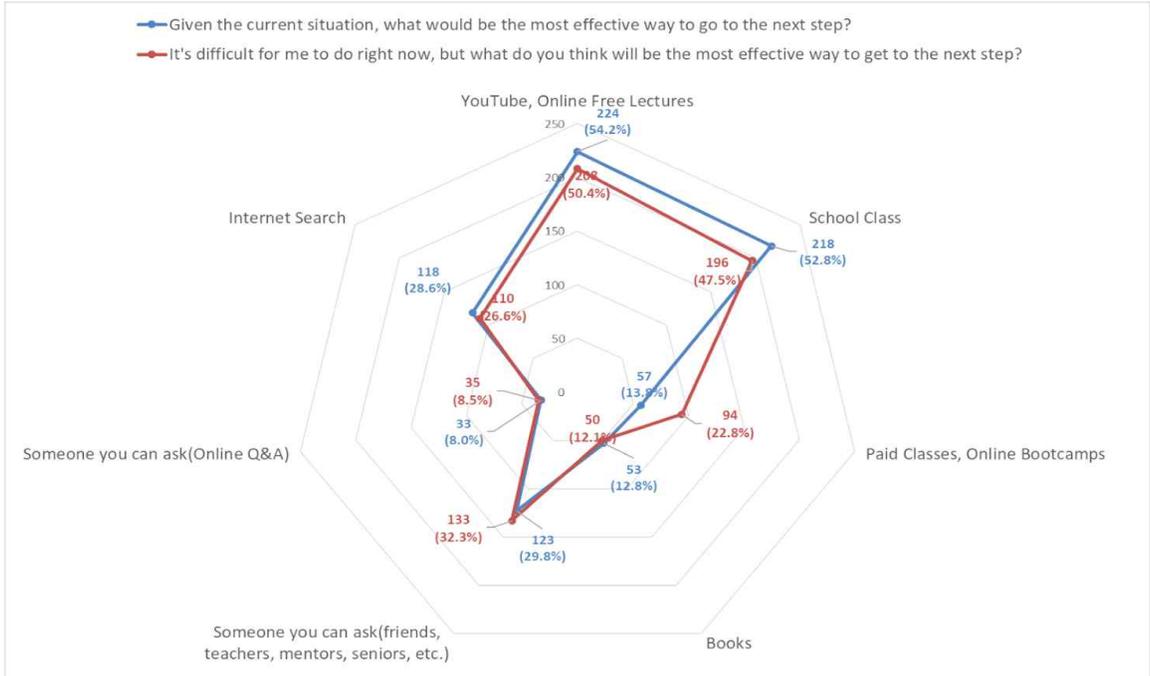


Figure 6. Learning methods and support methods for high school students to develop the level of interest in new technology

으로 나타났다. 신기술에 대한 관심도 단계에 따라 살펴 보면, 단계가 높을수록 학교 수업에 대한 의존도가 줄고, 관련 도서를 찾아보거나 자신의 필요와 목적에 맞는 다양한 학습 콘텐츠를 찾아 주도적으로 학습하는 경향이 높았다. 반면, 단계가 낮은 학생들은 학교 수업에 의존하는 경향이 매우 높고, 교사나 멘토, 친구, 선배 등 주변 사람에게 궁금한 것을 직접 물어보는 방법을 선호하는 것으로 나타났다. 상황에 따라 살펴보면, 새로운 알고리즘을 배울 때보다 프로그래밍 과정에서 에러를 해결할 때, 현재 상황에서 내가 하기는 어렵지만 필요한 방법으로 물어볼 수 있는 사람(친구, 선생님, 멘토, 선배)의 응답 비중이 더욱 높아졌으며 Figure 5와 같다.

5.2.3. 신기술에 대한 관심도 향상 저해요인

고등학생들은 주로 시간적 여유가 없어서 신기술에 대한 관심도 단계를 더 높은 수준으로 향상시키지 못하는 것으로 나타났다. 관심도 단계가 높은 학생들은 학교에 관련 인공지능 기초 등 선택 과목이 개설은 되었지만 너무 기본적인 내용만 배우거나, 관련 내용을 물어볼 수 있는 교사나 멘토를 만나지 못해 어려움을 겪고 있었다. 반면, 관심도 단계가 낮은 학생들에게서

는 신기술에 대한 관심, 신기술에 대해 배우고자 하는 의지와 동기 자체가 모두 낮았다.

5.2.4. 신기술에 대한 관심도 향상을 위한 방법

고등학생들은 신기술에 대한 관심도 단계를 향상하기 위한 효과적인 방법으로 유튜브, 온라인 무료강의, 학교 수업, 물어볼 수 있는 사람(친구, 선생님, 멘토, 선배)을 선택하였다. 신기술에 대한 관심도 단계에 따라 살펴보면, 단계가 높은 학생들은 이에 덧붙여 유료 강의, 온라인 부트캠프, 관련 도서 등을 다양한 경로를 통해 스스로 필요한 자료를 찾고, 이 과정에서 기꺼이 비용을 지불할 의지가 높은 경향을 보였다. 반면, 관심도 단계가 낮은 학생들은 학교 수업에 의존하는 경향이 높고 선생님, 멘토, 친구, 선배 등 주변 사람들에게 직접 물어보는 경향이 더욱 높은 것으로 나타났다. 한편, 현재 상황에서 내가 하기는 어렵지만 필요한 방법으로는 모든 단계에서 물어볼 수 있는 사람(친구, 선생님, 멘토, 선배), 유료 강의 및 온라인 부트캠프 응답 비중이 더욱 높아졌으며 Figure 6과 같다.

6. 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략 제안

설문 분석 결과 초·중학교와 고등학교에서 코딩 학습 동기와 코딩 학습 방법에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 학교급별 학습자 특성에 따라 세부적으로 살펴 보면, 초·중학생들은 코딩 학습 역량 수준에 따라 교육 경험, 학습 동기 및 의지, 문제 해결 방법에 차이가 있었다. 고등학생들은 신기술에 대한 관심도 단계에 따라 관심도 향상 저해 요인, 관심도 향상을 위한 방법, 코딩 학습에 대한 동기 및 의지, 코딩 학습 방법에 차이가 있었다.

본 연구는 설문 분석 결과를 바탕으로 초·중학교 학생과 고등학생의 특성을 각각 코딩 학습 역량 수준별, 신기술에 대한 관심도 단계별로 세분화하여 교육생태계 기반의 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략을 제안하고자 한다. 그러나 초·중등 SW·AI 교육이 사회와의 연계성이 매우 높은 점을 고려할 때 학교나 공공기관, 기업 및 기영리 기관 등이 독자적으로 지원하기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 동기부여, 맞춤형 학습 지원 전략을 학교급별, 학습자 특성별로 제안하되, 여러 생태계 주체가 서로 비전과 방향성을 공유하며 협력적으로 지원할 수 있는 관점으로 제시하고자 한다.

6.1 초·중학생 SW·AI 교육 지원 전략

초·중학생의 코딩 역량 수준에 따른 학습 격차를 줄이고 효과적인 학습을 지원하기 위해 교육 경험 지원 전략, 동기 부여 지원 전략, 맞춤형 학습 지원 전략을 Table 6과 같이 제안한다.

Table 6. Strategies for elementary & middle school SW·AI Education

Strategies	Content
Learning experiences	<ul style="list-style-type: none"> • Increase the SW·AI school class hours • Support the outreach offline special lectures • Host the camp where families can participate together
Motivation	<ul style="list-style-type: none"> • Expand the playful learning and experience-based learning activities • Connect with college student volunteer programs • Support project-based classes
Personalized learning	<ul style="list-style-type: none"> • Support teacher training programs in various subjects and levels. • Support parent training programs • Introduce learning videos and the Q&A communities that students can use when studying independently without a teacher.

6.1.1. 초·중학생 교육 경험 지원 전략

코딩 역량 수준이 높은 학생들은 역량 수준이 낮은

학생들에 비해 학원 등 유료 교육 경험과 부모님에게 배운 경험이 상대적으로 높았다. 사회, 경제, 지리적 차이나 부모의 관심 정도에 따라 학생들의 코딩 역량 수준에 차이가 발생할 수 있으므로[39, 40], 이러한 격차가 발생하지 않도록 학교 수업의 시수를 증가하거나, 학교로 직접 방문하는 오프라인 특강 등을 지원함으로써 학생들의 공통적인 SW·AI 학습 경험을 많이 늘려 줄 필요가 있다.

또한, 초등학생의 경우 부모를 비롯한 가족과 함께 배우는 활동이 효과적이므로[40-43], 공공기관과 대학, 기업 및 비영리기관 등에서 가족과 함께 배우는 온·오프라인 캠프를 개최하고, 다양한 가족 참여 학습 기회를 제공하는 것이 필요하다. 가족 참여활동을 통해 어린 학습자는 가족 구성원의 지지와 격려를 토대로 배울 수 있고, 부모는 자녀가 새로운 기술을 배우고 바람직한 방법으로 사용할 수 있도록 지원하는 방법을 배울 수 있다. 뿐만 아니라, 가족 참여활동은 다양한 문화적 배경을 가진 가족들을 연결하고 사회 배려자, 여성, 노인 등 기술적으로 소외된 사람들의 참여를 도울 수 있으며, 학교나 교육기관에서 경험한 학습이 가정에서 더욱 지속·확장되는 발판이 될 수 있다[41-42].

6.1.2 초·중학생 동기부여 지원 전략

초·중학생의 가장 중요한 코딩 학습 동기는 수업 시간에 배우면서 느낀 흥미와 재미였다. 코딩 역량 수준이 높은 학생들에게서 내재적 동기와 향후에도 지속적으로 코딩을 배우고자 하는 의지가 높은 것을 확인할 수 있었다. 반면, 역량이 낮은 학생들은 외재적 동기 수준이 높고 코딩 학습 자체에 관심이 없다는 응답 비중이 높은 경향을 보였다. 따라서 동기 유형 및 수준에 따라 코딩 역량 수준에 차이가 발생할 수 있으며[36], 이러한 차이가 발생하지 않도록 교사는 학생들이 흥미를 느낄만한 다양한 주제를 바탕으로 놀이와 체험 중심의 활동을 전개하여[13] 코딩 학습 과정에서 재미와 성취감을 느낄 수 있도록 하고 지속적으로 내재적·외재적 학습 동기를 높여줄 필요가 있다.

코딩 역량 수준이 높은 학생에게는 프로젝트 기반 활동을 적극 도입하고, 다양한 학습 경로를 통해 배운 경험이 스스로 학습까지 이어질 수 있도록 내재적 동기를 유발시키는 것이 효과적일 것이다. 반면, 역량 수준이 낮은 학생들은 가족이나 선생님과 같이 가까운 사람들에 대한 의존도가 높으므로 가족과 교사의 지지와 격려를 바탕으로 외재적 동기 유발이 필요하다. 또

한, 새로운 대상에 흥미를 느끼는 초·중학생의 특성을 고려했을 때, 대학생 봉사단의 방문을 통한 특강을 지원하거나 가족이 함께 참여하는 교내 SW·AI 페스티벌 개최도 효과적인 것으로 보인다.

6.1.3. 초·중학생 맞춤형 학습 지원 전략

코딩 역량 수준이 높은 학생들은 역량 수준이 낮은 학생들보다 책, 유튜브, 온라인 강의 등 다양한 경로를 통해 공부하는 경향이 높고, 문제를 해결할 때도 관련 자료를 찾아 스스로 해결하려는 경향을 보였다. 그러나 역량 수준이 높은 학생들도 관련 자료가 어디에 있는지, 궁금한 내용을 물어볼 대상을 찾지 못해 문제해결을 하지 못한 경험이 있는 것으로 나타났다. 따라서 공공기관, 기업 및 비영리기관에서 양질의 무료 영상과 학습 자료를 제작하는 것에 그치지 않고, 학생들이 필요한 콘텐츠를 스스로 검색하고 적극 활용할 수 있도록 교육자료를 함께 배포하는 것이 필요하다. 또한, 공공기관에서는 교사가 이러한 교육자료를 잘 숙지하고 수업 시간에 학생들 안내할 수 있도록 교사 연수를 제공해야 하며, 학부모 연수를 통해 가정에서도 스스로 학습을 지원할 수 있도록 안내하는 것이 효과적인 것이다. 또한, 학생들의 코딩 관련 질문에 답해줄 수 있는 대학생 멘토링을 적극 도입하고, 실시간으로 온라인 질의응답이 가능한 맞춤형 학습 시스템을 지원하는 것이 필요해 보인다.

한편, 코딩 역량 수준이 낮은 학생들은 문제 해결을 할 때 학교 수업과 교사에게 의존하는 경향이 높았다. 따라서 교사는 학생의 관심과 수준을 반영한 맞춤형 학습 활동을 지원하고, 학생들이 궁금한 내용에 대해 충분히 답변해 줄 수 있는 역량을 갖춰야 한다. 이를 위해 공공기관에서는 교사를 위한 플랫폼 활용 교육뿐 아니라 분야별, 난이도별 코딩 교육 교사 연수 프로그램을 제공하고, 우수 교육사례 발굴 등 교사 전문성 신장을 위한 제도 및 지원을 확대할 필요가 있다.

6.2 고등학생 SW·AI 교육 지원 전략

고등학생의 신기술에 대한 관심도 단계에 따른 학습 격차를 줄이고 효과적인 학습을 지원하기 위해 관심도 향상 지원 전략, 동기 부여 지원 전략, 맞춤형 학습 지원 전략을 Table 7과 같이 제안한다.

Table 7. Strategies for high school SW·AI education

Strategies	Content
Interest in new technology	<ul style="list-style-type: none"> Support the outreach offline special lectures Introduce learning videos and the Q&A communities that students can use when studying independently without a teacher. Develop timely discussions and guidelines for applying new technologies to educational settings
Motivation	<ul style="list-style-type: none"> Expand the incorporate across the curriculum, and AI + X convergence learning Hold the special lectures by inviting graduated college students or experts in related fields Expanding support for school club activities Support the outreach SW/AI camp at school Expand the hackathon or bootcamp at your school
Personalized learning	<ul style="list-style-type: none"> Expand the project-based activities based on collaboration and sharing Construct the learner-centered learning community and mentor-mentee culture Support the AI-based customized learning system to enable real-time QnA

6.2.1. 신기술에 대한 관심도 향상 지원 전략

고등학생은 주로 시간적 여유가 없어서 신기술에 대한 관심도 향상에 어려움을 겪고 있었다. 이러한 결과는 입시를 앞둔 고등학생이 대학 진학 준비나 진로 탐색 등을 이유로 별도의 시간을 내기 어려운 것으로 유추할 수 있다. 따라서 기업, 비영리기관, 대학에서 학교로 찾아오는 SW/AI 캠프, 교내 해커톤, 전문가 초청 특강 등 학교 수업 시간을 적극 활용한 교육 프로그램을 지원하는 것이 효과적인 것이다.

관심도 단계가 높은 학생들은 신기술에 대해 더 배우고 싶지만, 학교에서 심화 내용을 배우는 기회가 적고 관련 내용을 물어볼 대상을 찾지 못해 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 따라서 공공기관, 기업 및 비영리기관에서는 학생들이 학교 수업을 토대로 심화학습을 할 수 있도록 양질의 무료강의와 학습자료를 개발 및 보급하고, 관련 내용에 대해 질의응답을 할 수 있는 채널이나 학습 커뮤니티. 또한, 공공기관에서는 교사 수업 시간에 심화 내용도 가르칠 수 있도록 양질의 교사 연수 제공, 교사연구회 운영, 선도학교 운영, 우수 교육사례 발굴 및 공유 등의 기회를 제공한다면 효과적인 것이다.

반면, 관심도 단계가 낮은 학생들은 신기술에 대한 관심과 배우고자 하는 학습 의지 자체가 모두 낮았다. 따라서 학교 수업을 비롯한 기업 및 비영리기관에서 학생들이 관심을 끌 수 있는 주제, 목표 설정, 프로젝트

기본 학습, 긍정적 피드백 제공, 협력적 학습 환경 조성 등을 지원하여 신기술에 대한 관심과 학습 동기를 높여줄 필요가 있다.

아울러, 빠르게 변하는 신기술에 대한 주요 이슈들을 교육과정에 즉시 반영하기 어려운 점을 고려할 때, 교육생태계 구성원 모두가 교육 현장에서 신기술을 효과적으로 사용하기 위한 방안을 시의 적절하게 논의해야 한다. 공공기관에서는 이를 교육 현장에 적용하기 위한 구체적인 가이드라인과 교사 연수 프로그램을 제공하고, 공공기관을 비롯한 기업 및 비영리기관, 대학에서는 관련 교육 프로그램, 무료 영상 강의, 교재 및 교수학습자료 등을 개발 및 보급할 필요가 있다.

6.2.2. 고등학생 동기 부여 지원 전략

고등학생은 관련 직업을 희망하지 않더라도 코딩 학습에 흥미를 느끼고 있고, 앞으로도 코딩을 배우고 싶어 하므로, SW·AI 관련 교과 외에도 다른 교과와 연계하여 배울 수 있는 기회, 여러 교과를 융합한 AI + X 형태의 학습 기회를 확대할 필요가 있다[14][32]. 또한, 초·중학교 학생이 코딩 수업에서 흥미와 재미를 느끼는 것이 중요했던 것과 달리, 고등학생은 미래에 도움을 줄 수 있는지의 여부가 가장 중요한 동기 요인이었다. 이러한 결과는 SW·AI 교육 캠프 효과성 분석 연구에서 캠프에서 도움이 되었던 경험으로 초등학교 집단에서는 재미를 느낀 것이 따로 범주화될 만큼 두드러졌고 중학생 집단에서도 흥미나 재미 관련 키워드가 많이 나타났던 반면, 고등학생들에게는 SW·AI 관련 역량 개발을 위한 효과적인 전략들이 가장 중심적인 내용들로 범주화되었던 것과 일치한다[32]. 즉, 고등학생들은 SW·AI의 적용 분야나 가능성에 있어 시야가 넓어지고, 흥미 요소보다는 자신의 역량을 발전시키는 부분에 대해 더 중요하게 인식하며, 특히 자신의 역량 수준과 진로 선택의 대안들이 서로 밀접하게 관련된다는 것을 인지하게 되는 시기인 것으로 유추할 수 있다 [45]. 따라서, 입시를 앞둔 고등학생들에게는 희망하는 학과 진학 및 미래직업에 SW·AI 관련 역량이 밀접하게 관련되어 있다는 필요성을 느끼는 것이 코딩 학습 동기 유발을 위한 주요 경로가 될 수 있다. 학교에서는 롤 모델이 될 수 있는 졸업한 대학생 선배나 관련 직업의 전문가 초청 특강, 동아리 활동 지원 등을 확대 운영하고, 대학, 기업 및 비영리기관에서는 학교로 찾아가는 SW·AI 캠프, 부트 캠프, 해커톤 등을 개최하면 고등학생들이 관련 전공이나 직업에 대해 이해하고 존

비할 수 있도록 지원할 수 있을 것이다.

한편, 신기술에 대한 관심도 단계가 높을수록 코딩 학습 의지와 내재적 동기가 높은 반면, 관심도 단계가 낮을수록 코딩 학습에 대한 관심이 낮고 교사 및 타인에 의존하는 외재적 동기가 높았다. 따라서 신기술에 대한 관심도 단계에 따라 코딩 학습에 대한 동기 수준과 학습 의지에 차이가 발생할 수 있으며, 이러한 차이가 발생하지 않도록 따라서 교사는 학생들의 관심과 흥미, 수준에 따라 맞춤형 학습할 수 있도록 프로젝트 기반 학습을 적극 도입하고, 지속적으로 내재적·외재적 동기를 경험할 수 있도록 지원할 필요가 있다.

6.2.2. 고등학생 맞춤형 학습 지원 전략

고등학생들은 학교 수업에서 배우지 못한 내용을 무료 강의를 통해 배우려고 하지만, 이 과정에서 궁금한 것을 물어볼 수 있는 대상을 만나지 못해 어려움을 겪고 있었다. 이는 신기술에 대한 관심도 향상을 위한 방법과도 같은 양상으로, 코딩 학습 과정에서도 질문을 통해 도움을 받을 수 있는 다양한 채널 확보가 필요한 것으로 판단된다. 따라서 학교 수업을 비롯한 공공기관, 기업, 비영리기관, 대학 등이 진행하는 교육활동에서 페어 프로그래밍, 코드리뷰, 팀 티칭 등의 협업과 공유를 중심으로 한 프로젝트기반 활동을 확대 적용하면 주변의 또래 학습자, 선배, 멘토와 자연스럽게 질문과 피드백을 주고받으며 배울 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 멘토로 활동했던 학습자가 또 다른 학습자의 멘토로 참여하여 성공적인 학습을 돕고, 학습자 중심의 커뮤니티와 멘토링 문화가 조성될 수 있도록 온·오프라인 연계지원을 한다면, 장기적인 관점에서 SW·AI 교육생태계의 선순환을 기대할 수 있을 것이다. 만약 교사나 멘토, 전문가 등으로부터 지원을 받지 못하는 경우에는 실시간 질의응답이 가능한 지능형 질의응답 시스템을 제공하여 학생들의 흥미나 관심분야, 수준에 따라 필요한 맞춤형 학습을 제공할 수 있을 것이다.

7. 결론

SW·AI 교육은 사회와의 연계성이 매우 높은 성격을 가지고 있기 때문에 학교, 교사, 사회, 산업, 정부, 대학 등의 상호 연계된 좋은 생태계가 구성되었을 때 비로소 효과적으로 SW·AI 교육 목표를 달성할 수 있다. 따라서 효과적인 초·중등 SW·AI 교육 지원 전략

을 제안하기 위해서는 학생과 교사, 학교 교육을 중심으로 구성된 관련 교육생태계를 파악하고, 이를 기반으로 한 교육 지원 전략을 제안할 필요가 있다. 문헌분석 결과, 국내 초·중등 SW·AI 교육생태계는 2015 개정 교육과정을 통해 초등학교와 중학교에서 SW 교육이 의무화된 이래로 지난 5-6년의 짧은 기간에도 불구하고 효율적으로 구성되어 가고 있는 것으로 보이며, 대학 및 연구기관의 참여와 해외 생태계와의 연계 등은 점차 개선될 것으로 기대된다. 초·중등학생에게 실시한 설문 분석 결과, SW·AI 교육에서 동기부여 및 맞춤형 학습지원이 매우 중요한 요소임을 확인할 수 있었고, 이를 지원하기 위해서는 학교와 가정은 비롯한 공공기관, 기업 및 비영리기관 등 교육생태계의 참여와 협력이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 문헌분석 결과와 설문분석 결과를 종합하여 본 연구는 각 학교급별, 초·중학생의 코딩 학습 역량 수준과 고등학생의 신기술에 대한 관심도 단계에 따른 SW·AI 교육 지원 전략을 교육생태계 기반으로 제안하였다.

본 연구의 결과는 디지털 대전환 시대의 인재 양성을 위한 초·중등 SW·AI 교육 전략 수립 및 실천을 위한 기초연구자료로 활용될 수 있다. 설문 연구 대상이 일부 지역 및 학교 학생들에 한정되어 분석 결과를 일반화하기에는 한계가 있으므로 다음과 같이 후속 연구를 제안한다. 초·중등 학생뿐 아니라 교사, 학부모, 공공기관 관계자, 기업 및 비영리단체 관계자, 대학 및 연구기관 등 SW·AI 교육생태계에 참여하는 주체와 이해관계자들을 대상으로 교육 전략 지원 연구를 확대할 필요가 있다. 보다 체계적이고 지속 가능한 교육 지원 전략을 수립 및 실천하기 위해서는 초·중등 SW·AI 교육생태계 현황을 지속적으로 모니터링하고, 학습자 특성을 보다 세분화하여 이를 기반으로 효과적인 학습 지원 전략을 계획할 필요가 있다. 이를 위해서는 교육 지원 활동에 대해 양적인 결과뿐 아니라 질적인 결과에 대해서도 파악할 수 있는 현장 중심의 실천 연구가 확대되어야 한다. 아울러 해외 생태계와의 연계를 통해 중장기적 관점으로 AI 교육의 패러다임과 원칙을 논의할 수 있는 글로벌 담론의 장을 만들어가야 한다.

참고문헌

- [1] Kim, H. (2022). Systematic Diagnosis of Educational Policies and Current States for Sustainable Informatics Education in Elementary & Secondary School. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 25(2), 1-11.
- [2] Dondi, M., Klier, J., Panier, F., & Schubert, J. (2021). *Defining the skills citizens will need in the future world of work*. McKinsey & Company, 25.
- [3] Taguma, M., & Barrera, M. (2019). *OECD future of education and skills 2030: Curriculum analysis*. Available online at https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning-skills/Skills_for_2030.pdf. Accessed 03 Dec 2023.
- [4] UNESCO. (2022). *K-12 AI Curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula*. Available online at <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>. Accessed 03 Dec 2023.
- [5] AI4K12.org. (2020, November 19). *5 Big Ideas in AI*. Available online at https://ai4k12.org/wp-content/uploads/2022/01/AI4K12_Five_Big_Ideas_Poster_3_19_2021.pdf. Accessed 03 Dec 2023.
- [6] KERIS(2020). *Issue Report Global AI Education Policy Trends*. Available online at <https://www.keris.or.kr/main/ad/pblcte/selectPblcteRMinfo.do?mi=1139&pblcteSeq=13378>. Accessed 03 Dec 2023.
- [7] Joint ministries (2014). *Strategies for realizing a software-oriented society - Software changes the world -*. Joint ministries.
- [8] Ministry of Education (2015). *Elementary · Secondary School Curriculum Guidelines*. Ministry of Education Notification No. 2015-74 Supplementary Book 1. Sejong, Ministry of Education.
- [9] Ministry of Education (2015). *Practical Arts (Technology · Home · Economics) / Informatics Curriculum*. Ministry of Education Notification No. 2015-74 Supplementary Book 10. Sejong, Ministry of Education.
- [10] Ministry of Education (2020). *Practical Arts (Technology · Home · Economics) / Informatics Curriculum*. Ministry of Education Notification No. 2020-236 Supplementary Book 10. Sejong, Ministry of Education.
- [11] Ministry of Education (2020). *Comprehensive plan for informatics education (draft) 2020 ~ 20224*. Ministry of Education.
- [12] Ministry of Education (2022). *Elementary · Secondary School Curriculum Guidelines*. Ministry of Education Notification No. 2022-33 Supplementary Book 10. Sejong, Ministry of Education.
- [13] Ministry of Education (2022). *Practical Arts (Technology · Home Economics) / Informatics Curriculum*. Ministry of Education Notification No. 2022-33 Supplementary Book 10. Sejong, Ministry of Education.

- [14] Jointly with relevant ministries (2020). *Direction and key tasks of education policy in the AI era*.
- [15] Andriushchenko, K., Kovtun, V., Cherniaeva, O., Datsii, N., Aleinikova, O., & Mykolaiets, A. (2020). Transformation of the educational ecosystem in the singularity environment. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(9), 77-98. DOI : 10.26803/ijlter.19.9.5.
- [16] Koul, S., & Nayar, B. (2021). The holistic learning educational ecosystem: A classroom 4.0 perspective. *Higher Education Quarterly*, 75(1), 98-112. DOI : 10.1111/hequ.12271.
- [17] KOFAC. Retrieved from <https://www.kofac.re.kr>. Accessed 03 Dec 2023.
- [18] KERIS. Retrieved from <https://www.cet.keris.or.kr>. Accessed 03 Dec 2023.
- [19] EBSSW. Retrieved from <https://www.ebssw.kr>. Accessed 03 Dec 2023.
- [20] MOE. Retrieved from <https://www.moe.go.kr/sub/infoRenew.do?m=060104&page=060104&s=moe>. Accessed 06 Jan 2024.
- [21] KEDI. Retrieved from <https://www.kedi.re.kr>. Accessed 06 Jan 2024.
- [22] KICE. Retrieved from <https://www.kice.re.kr>. Accessed 06 Jan 2024.
- [23] KRIVET. Retrieved from <https://www.krivet.re.kr>. Accessed 06 Jan 2024.
- [24] Google for Education. Retrieved from https://edu.google.com/intl/ALL_kr. Accessed 03 Dec 2023.
- [25] NAVER Connect Foundation. Retrieved from <https://connect.or.kr/>. Accessed 03 Dec 2023.
- [26] NAVER Connect Foundation-play-sw. Retrieved from <https://www.playsw.or.kr>. Accessed 03 Dec 2023.
- [27] Samsung Junior SW Academy. Retrieved from <https://www.juniorsoftwareacademy.com>. Accessed 03 Dec 2023.
- [28] Ministry of Education (2022). *The Ministry of Education's Digital-Based Education Innovation Plan*. Ministry of Education.
- [29] KSCE. Retrieved from <https://kace.jams.or.kr>. Accessed 03 Dec 2023.
- [30] KAIE. Retrieved from <https://www.kofac.re.kr>. Accessed 03 Dec 2023.
- [31] Jeon, I., Kim, S. & Song, K. (2021). Analysis of Artificial Intelligence Education Policy Trends and Educational Institution' s Operation Status in Korea. *The Proceedings of 57th KACE winter Conference*, 25(1(A)), 99-103.
- [32] KOFAC (2023). *A Study on the Effectiveness of SW·AI Education Camps*. KOFAC.
- [33] Kim, S. (2018). Analysis of Abstraction Contents in Informatics Textbooks of Middle School According to 2015 Revised Curriculum. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 21(5), 1-10. DOI : 10.32431/kace.2018.21.5.001.
- [34] Yoon, S., & Choe, H. (2022). Developing a Framework for Teaching Text-Based Programming in High School. *The journal of digital contents society*, 23(10), 1969-1979.
- [35] Luo, T., So, W. W. M., Wan, Z. H., & Li, W. C. (2021). STEM stereotypes predict students' STEM career interest via self-efficacy and outcome expectations. *International Journal of STEM Education*, 8, 1-13. DOI : 10.1186/s40594-021-00295-y.
- [36] Zhang, Y., & Dang, Y. (2015). Investigating essential factors on students' perceived accomplishment and enjoyment and intention to learn in web development. *ACM Transactions on Computing Education*, 15(1), 1-21. DOI : 10.1145/2700515.
- [37] Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67. DOI : 10.1006/ceps.1999.1020.
- [38] "Interest in ChatGPT" . Google Trends. Retrieved from <https://trends.google.com/trends/explore?date=2022-01-01%202024-01-07&q=Interest%20in%20ChatGPT&hl=ko>. Accessed 03 Dec 2023.
- [39] Karpinski, Z., Biagi, F., & Di Pietro, G. (2021). Computational Thinking, Socioeconomic Gaps, and Policy Implications. IEA Compass: Briefs in Education. Number 12. *International Association for the Evaluation of Educational Achievement*.
- [40] Cai, H., & Wong, G. K. (2023). A systematic review of studies of parental involvement in computational thinking education. *Interactive Learning Environments*, 1-24. DOI : 10.1080/10494820.2023.2214185.
- [41] Papert, S. (1996). *The connected family: Bridging the digital generation gap*, 1, Taylor Trade Publishing.
- [42] Roque, R., & Tamashiro, M. A. (2022). Making Learning Visible in Constructionist Learning Contexts. *Interaction Design and Children* 69-81. DOI : 10.1145/3501712.3534093.
- [43] Gwak, S., Jang, Y., Kim, S., Yang, J., Lee, H. & Kim, H. (2023). Exploring the Application of Playful Learning in AI Convergence Education for Elementary School Students : Focusing on Body Play and Family Creative Learning. *The Proceedings of 51th KACE winter Conference*, 27(1), 181-184.
- [44] Martín-Núñez, J. L., Ar, A. Y., Fernández, R. P., Abbas, A., & Radovanović, D. (2023). Does intrinsic motivation mediate perceived artificial intelligence (AI) learning and computational thinking of students during the COVID-19 pandemic?. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100128. DOI : 10.1016/j.caeai.2023.100128.

[45] Gottfredson, L. S. (2005). *Using Gottfredson's theory of circumscription and compromise in career guidance and counseling*. Career development and counseling: Putting theory and research to work, 71-100.



곽 소 아

2012 고려대학교 사범대학
컴퓨터교육과 (이학사)
2014 고려대학교 일반대학원
컴퓨터교육학과 (이학석사)

2022년~현재 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사과정
관심분야: CS/AI 교육, 구성주의(Constructionism)
E-Mail: soah.gwak@gmail.com



박 선 우

2018년 서울시립대학교
경영학부 (경영학학사)
2021년 연세대학교
교육행정학과 (교육학석사)

2024년 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사 수료
관심분야: Deep Knowledge Tracing, CS/AI 교육
E-Mail: sunwoosan@korea.ac.kr



장 연 주

2013년 서울교육대학교
초등컴퓨터교육과 (교육학학사)
2019년 서울교육대학교
초등컴퓨터교육과 (교육학석사)
2023년 고려대학교 일반대학원
컴퓨터학과 (공학 박사)

2023년~현재 고려대학교 정보창의교육연구소
관심분야: CS/AI 교육, 학습 분석, AIED
E-Mail: spring0425@korea.ac.kr



김 현 철

1988년 고려대학교 전산학과 (학사)
1990년 Univ of Missouri-Rolla
(전산학석사)
1998년 Univ of Florida (전산정보학 박사)

1999년~현재 고려대학교 컴퓨터학과 교수
관심분야: SW/AI 교육, 기계학습
E-Mail: harrykim@korea.ac.kr



최 승 운

2016년 경인교육대학교
초등컴퓨터교육과 (교육학학사)
2019년 경인교육대학교
초등컴퓨터교육과 (교육학석사)
2022년 고려대학교 일반대학원
컴퓨터학과 (박사 수료)

2016년~현재 초등학교 교사
관심분야: CS/AI 교육, AIED, 교육 공학
E-Mail: csyune213@korea.ac.kr