

대학 온라인 SW프로젝트 교육에서 SW학습 과제가치, 자기조절학습, 사회적 실재감, 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력 간 구조적 관계*

The structural relationship between task value for SW education, self-regulated learning, social presence, and computational thinking-oriented problem-solving skills in online SW project education at universities

유지원[†]
Ji Won You[†]

요 약

최근 대학에서는 전공과 상관없이 모두를 위한 SW교육이 확대되고 있고, 온라인 환경에서의 SW교육 사례도 증가하고 있다. 본 연구는 온라인 SW 프로젝트 기반 교육에서 학습성과에 영향을 미치는 요인 간 구조적 관계를 분석하고자 수행되었다. 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력에 관한 선행요인으로 SW 학습에 대한 과제가치, 자기조절학습, 사회적 실재감을 선정하여 구조모형을 설정하였다. 자료수집은 경기도 A대학에서 2022학년도 1학기에 개설된 SW프로젝트 교과목을 수강하는 학생들로부터 이루어졌다. 총 1,390명의 자료를 분석에 활용하였고, 구조방정식모형으로 모형의 적합성과 변인 간 관계를 분석하였다. 분석결과, 설정한 모형은 적합한 것으로 나타났다. 또한 모든 선행요인은 컴퓨팅사고력 기반 문제해결력 향상에 모두 직접적으로 유의한 효과를 보였고, SW학습에 대한 과제가치는 사회적 실재감과 자기조절학습능력을 매개로 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력에 유의한 간접 효과를 보이는 것으로 나타났다. 온라인 SW교육환경에서 학습자의 과제가치, 자기조절학습, 사회적 실재감을 촉진하기 위한 설계 방향을 논의하였다.

주제어: 온라인 소프트웨어 교육, 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력, SW학습 과제가치, 사회적 실재감, 자기조절학습

ABSTRACT

Recently, SW education for everyone, regardless of students' major, has been expanded in universities, and there are an increase in cases of SW education in online environments. This study was conducted to analyze the structural relationship between factors that affect learning outcomes in online SW project-based education. Task value for SW learning, self-regulated learning, and social presence were selected as antecedent factors related to computational thinking-oriented problem-solving skills. Data were collected from students taking the SW project course offered in 2022-1, at University A in Gyeonggi-do. A total of 1,390 data were analyzed, and the structural equation modeling analysis was employed to validate the research model and to analyze the causal relationship between the variables. The results showed that the proposed model was appropriate. Furthermore, all antecedents had direct significant effects on enhancing computational thinking-oriented problem-solving skills, and social presence and self-regulated learning mediated the relationship between task value for SW learning and computational thinking-oriented problem-solving skills. Design guidelines were discussed to promote students' task value, self-regulated learning, and social presence in online SW education environment.

Keywords: Online software education, computational thinking-oriented problem solving skills, task value for SW education, social presence, self-regulated learning

1. 서론

SW·AI 관련 경쟁력 확보가 국가 경쟁력으로 직결되고 있는 현실에서 SW·AI 교육에 대한 인재양성은 국가의 추진 과제 중 핵심이라 하겠다. 최근 우리나라는 디지털 100만 인재양성 종합방안을 추진하면서 전문인력 육성과 함께 디지털 역량을 갖춘 미래인재 양성에 주력하고 있다[1]. 초중등의 경우에는 2022 개정 교육과정을 통해 정보교과의 수업 시수를 확대하였고, 대학은 소프트웨어중심대학 사업을 중심으로 매년 대상학교를 확대하면서 대학의 SW교육체계를 강화하고 있다. 다수 대학이 교양교육과정에서 SW관련 교과목을 편성하고, 필수 이수과목으로 운영하는 등 전 교생을 대상으로 한 보편적 SW교육을 실천하고 있다 [2, 3].

대학에서 SW교육은 더 이상 전공자들에 국한되지 않으며, 비전공자의 특성을 고려해야 한다는 반성과 함께 대학들은 전공자 교육과는 차별화된 교육과정을 개발하여 운영하는 노력을 기울이고 있다. 뿐만 아니라, 교육 환경 측면에서도 실시간 및 비실시간 시스템을 활용한 온라인 학습, 플립러닝과 같이 온라인과 오프라인 학습을 병행하는 블렌디드 학습, 현실과 가상 세계가 결합된 메타버스에 이르기까지 다양한 형태로 운영한 사례가 소개된다[2, 4, 5]. 특히 코로나-19 팬데믹으로 시작된 비대면 수업은 포스트코로나 시대에 노멀로 자리 잡으면서, SW교양강좌도 온라인 교육과정으로 빈번히 운영되고 있다[2, 6]. 이에 학교는 디지털 학습환경의 기본인 온라인 학습환경에서의 학습자 특성과 행동을 이해하고 온라인 학습의 특성을 고려함으로써 보다 효과적인 SW교육에서의 설계와 교육과정 운영에 노력을 기울여야 한다[7].

이러한 배경에서 본 연구는 온라인 환경에서 진행된 SW교육의 학습성과와 관련 요인 간의 관계를 살펴보고자 하였다. 기존의 온라인 학습환경은 주로 비동기적(asynchronous)으로 이루어지는 학습으로 학습 시간 및 장소에 제약이 없어 접근성과 자율성을 장점으로 꼽았다[2]. 반면 최근에 활성화된 화상강의플랫폼을 사용한 학습은 실시간으로 학습자들의 얼굴을 보면서 소통과 자료 공유가 원활한 장점이 있어 팀 활동에도 제약이 적다. 따라서 온라인 SW교육은 비실시간과 실시간 온라인 수업을 모두 아우르는 환경을 일컫는다[2].

한편 보편적 SW교육에서 교육목표는 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력으로[3, 8, 9], 다수 연구에서 효과

적인 교수전략으로 프로젝트 기반 학습을 제안한다[6, 10-12]. SW교육 학습성과와 관련된 선행요인으로 SW 학습에 대한 과제가치, 자기조절학습, 사회적 실재감을 선정하였다. 선정 배경으로는 첫째, SW학습에 대한 흥미와 가치 인식은 SW교육에서 학습성취 못지 않게 중요한 목적 자체로 간주되며, 어려운 문제를 해결하는 SW학습과정에 동원으로 기능하기 때문이다 [8]. 둘째, 온라인 학습환경과 프로젝트 수업은 자율성이 높은 환경이다. 이렇게 개방적 학습환경에서는 학습자가 스스로 학습계획을 수립하고 학습에 효과적인 동기적, 인지적인 전략을 적극적으로 활용해나가는 자기조절학습 능력이 중요할 것으로 예측되기 때문이다[2]. 셋째, 온라인 학습환경에서는 대면 학습환경과 같이 학습자가 교수-학습 과정을 실제적으로 지각하는 것이 중요하다. Puriton과 Burke(2020)는 온라인 학습에서 반드시 포함되어야 하는 요소로 다른 학습자와 함께 학습한다는 지각하는 사회적 실재감(social presence)을 강조한 바 있다[13]. 특히 SW학습과정에서 사회적 실재감을 지각하는 것은 도전적 문제를 동료 학습자와 함께 해결하면서 심리적 부담감을 해소하여 학습목표를 달성하는데 도움을 줄 것으로 보인다[14].

본 연구는 SW학습의 교육환경 변화를 고려하고, 온라인 학습에서 부각되는 자기조절학습과 사회적 실재감을 매개변인으로 한 구조모형에서 학습성과와 변인 간 관계 규명을 목표로 한다. 본 연구를 통해 온라인 학습과정 특성을 고려함으로써 향후 온라인 SW교육과정 설계와 운영에 시사점을 제공할 것으로 기대한다. 연구문제는 “온라인 SW프로젝트 기반 교육에서 학습자가 지각하는 SW학습에 대한 과제가치, 자기조절학습, 사회적 실재감, 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력 간 직·간접적인 영향력은 어떠한가?” 이다.

2. 이론적 배경

2.1 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력과 프로젝트 기반 SW교육

모든 학생들을 대상으로 이루어지는 SW교육에서는 소프트웨어를 활용하여 아이디어를 구현하고 복잡한 문제를 해결하는 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결 함양을 목표로 한다[3, 9]. 이정훈(2020)은 문제인식, 문제분석, 해결책 구상, 알고리즘 설계, 프로그램 구현, 공유 및 평가 단계로 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결과

[†]정회원: 가천대학교 교육대학원 AI융합교육전공 부교수(교신저자)

논문투고: 2023년 04월 02일, 심사완료: 2023년 06월 09일, 게재확정: 2023년 06월 14일

* 이 논문은 2022년도 가천대학교 교내연구비 지원에 의한 결과임.(GCU-202207190001)

정을 제시하였고[15], 홍성연 외(2021)는 복잡한 문제를 여러 개의 해결 가능한 단위로 분해, 문제들의 공통적인 속성과 규칙을 탐색하는 패턴 인식, 불필요한 내용을 제거하고 핵심 내용을 토대로 일반화하는 추상화, 일반화된 문제해결 과정을 단계적, 반복적, 조건적 절차로 표현하는 알고리즘으로 컴퓨팅 사고력의 하위 요소를 제안하였다[3].

궁극적인 SW교육 목표가 컴퓨팅 사고력 기반 문제 해결인 점을 고려할 때 프로그래밍 언어 구문을 일일이 가르치는 방식으로 SW교육에 접근하는 것은 비효율적이며, 학습자가 탐구할 문제를 발굴하고, 협력적으로 해결방안을 탐색하며, 창의적으로 문제를 해결해나가는 경험을 제공하는 프로젝트 기반의 SW학습이 추천된다[6, 10, 12]. 선행연구에 따르면, SW교육에서 프로젝트 수행은 컴퓨팅 사고력 수행 역량 향상과 긍정적인 관계를 보였고[16], 학습자는 어려웠던 내용의 SW학습으로 학습 도중에 흥미가 감소되는 것을 경험했지만, 프로젝트를 끝까지 완수하면서 성취감과 함께 흥미가 향상되었다고 논의된다[17].

2.2 SW학습에 대한 과제가치(task value)

학습자마다 학습하는 과제(task)에 대한 동기, 정서, 우선순위 등이 다르다. 과제가치란 학습자가 수행하는 학습 및 학습활동에 대해 흥미, 학습 필요성, 중요성을 어느 정도로 지각하는 가를 뜻하는 변인이다. SW를 배우는 것에 가치를 느끼고 흥미가 높은 학습자일수록 프로그래밍 학습 과정에서 발생하는 어려움을 극복하고자 인내심을 발휘하고 목표를 성취하는데 더욱 노력을 기울인다[18, 19]. 하지만 보편적인 SW교육이 확대되는 추세 속에서 다양한 학습자들의 배경과 동기를 고려하지 못한 채 일률적인 SW교육이 이루어질 경우, SW학습에 대한 필요성과 흥미를 낮게 인식할 수 있다고 우려한다[10]. 김원섭(2017)에 따르면, 전공 계열의 영향보다 학습자가 인식하는 SW학습에 대한 관심과 흥미, 필요성 인식이 SW교육 만족도에 더 큰 영향을 미치는 중요 요인임을 강조한다[20]. 또한 SW학습에 대한 과제가치 인식은 학습자의 컴퓨팅 사고력 향상과도 밀접한 관계를 보이는 선행요인으로 보고된다[8, 19, 21, 22]. 이에 연구자들은 학습자의 전공 특성과 SW 간의 접점을 파악하고 삶과 밀접한 문제를 중심으로 한 맥락성이 높은 교육과정을 개발할 것을 제안한다[8, 11]. 요약하면, SW학습에 대한 과제가치 인식은 SW교육에서 간과할 수 없는 정의적

요인으로 학습자의 학습과정과 학습성과에 직·간접적으로 영향을 미칠 것으로 사료된다.

2.3 자기조절학습

코로나-19 팬데믹 이후 온라인 학습에 대한 연구가 집중적으로 이루어진 가운데, 학습자가 스스로 학습을 계획하고 실행하는 자기주도적인 학습능력과 학습 과정에 대한 자체 모니터링과 평가로 효과적인 학습 전략을 사용하는 자기조절학습이 연구에서 관심을 받고 있다[2, 7, 23]. 자기조절학습이란 학습자가 자신의 학습목표와 계획을 수립하고 효과적인 학습을 위해 초인지, 인지, 동기, 정서, 행동을 통제하고 조절하는 능력을 의미한다[24]. 자기조절학습이 높은 학습자는 자신을 동기화시키고 학습과정을 점검, 성찰하며, SW학습에서 학습몰입과 컴퓨팅 사고력을 향상시키는 직접적인 선행요인으로 나타났다[2].

2.4 사회적 실재감

학생들은 다른 학습자와의 상호작용을 교실에서의 즐거운 학습 경험 중 하나로 꼽는다[25]. 효과적인 온라인 학습에 중요한 요인으로 Garrison, Anderson, & Archer(2000)는 인지적 실재감, 교수 실재감과 함께 사회적 실재감을 제안한 바 있다[26]. 사회적 실재감은 온라인 학습 환경에서 교수자 및 학습자와의 상호작용을 통해 사회적 관계를 인식하는 정도이며, 학습자의 정서적 학습경험을 나타내는 지표이다[27].

기존 온라인 학습환경에서는 주로 게시판을 이용한 비실시간 방식으로 상호작용이 이루어져 동료 학습자들과 유대감을 형성하는 것에 어려움이 있었다. 하지만, 최근에는 실시간 화상강의 플랫폼을 활용한 온라인 학습이 확대되면서 교수자 및 동료 학습자들과 즉각적인 상호작용이 가능하고, 협력학습 활동에 자연스러운 참여와 몰입을 유도한다. Cunningham(2015)은 학생들이 온라인에서 함께 팀 과제를 수행할 때, 다른 동료들과 의견을 나눌 때 수업이 편안하고 동료 학습자들을 친숙하게 느낀다고 논의하였다[28]. 또한 사회적 실재감은 학습자들이 어려운 과제로 인한 부담감을 해소하고 팀 활동 중 발생하는 갈등을 줄이는데 기여한다고 논의된다[14]. 온라인 토론회에서 사회적 실재감의 역할을 살펴본 이정민과 윤나라(2012)는 사회적 실재감이 학습 만족도를 긍정적으로 예측할 뿐 아니라, 학습자가 인식한 과제가치와 학습만족도 간의 관계를 매개한다고 밝혔다[29]. 따라서 본 연구는 온라인

환경에서 이루어지는 SW프로젝트 교육에서 사회적 실재감이 도전적인 문제를 해결해나가는 프로젝트 수행 과정에서 중요한 역할을 할 것으로 기대하였다. 이상의 논의를 바탕으로, 온라인 SW학습환경에서 학습자가 인식하는 SW학습 과제가치는 사회적 실재감 및 자기조절학습을 촉진하고, 나아가 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력을 직·간접적으로 향상시킬 것으로 예측하였다. 이러한 변인 간 관계를 바탕으로 [Figure 1]과 같은 연구모형을 상정하였다.

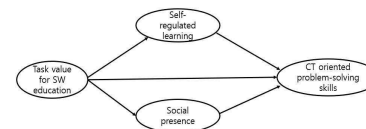


Figure 1. Research model

3. 연구방법

3.1 연구대상

연구를 위한 자료 수집은 수도권 A종합대학에서 온라인 SW프로젝트 활동에 참여한 재학생으로부터 이루어졌다. 해당 교과는 신입생을 대상으로 운영되는 필수 교양교육과정으로 2022학년도에는 온라인 환경에서 진행되는 팀 프로젝트 교육과정으로 개발되어 운영되었다. 자료 수집은 사전과 사후 2회에 걸쳐 모바일 설문조사로 이루어졌다. 분석에 활용된 자료는 총 1,390 사례로, 연구 참여에 자발적으로 동의하고 2회 설문에 모두 응답한 사례를 분석에 활용하였다. 연구참여자의 특성을 살펴보면, 남학생이 632명(45%), 여학생이 758명(55%)이었고, 인문사회 계열 학생이 1,010명(73%), 이공계열 학생이 249명(18%), 예체능계열 학생이 131명(9%)이었다.

3.2 측정도구

본 연구에서 활용된 측정도구는 교육전문가 3인이 내용타당도를 검토하였으며, 각 변인별 설명은 다음과 같다. 모든 문항은 5점 척도로 측정되었다.

3.2.1 SW학습에 대한 과제가치

SW학습에 대한 과제가치 측정은 Artino와 McCoach(2008)의 과제가치 측정도구를 참고하여 SW교육에 적합한 문항으로 수정하여 활용하였다[30]. 문항 예는 ‘프로그래밍, 소프트웨어 학습에 관심이 있다.’, ‘프로그래밍, 소프트웨어 학습은 시간과 노력을 들일 가치가 있다’ 등 총 4문항을 사용하여 사전에 측정하였다. SW학습에 대한 과제가치 측정도구의 문항내적일관성 신뢰도(Cronbach's α)는 .85로 분석되었다.

3.2.2 자기조절학습

온라인 환경에서의 자기조절학습 측정을 위해 김소나(2010)의 이러닝 환경에서의 자기조절학습능력 측정도구 중 연구 맥락에 적절한 7문항을 활용하였다[31]. 문항 예는 ‘나는 온라인 학습활동에 집중하기 위하여 주위 환경을 조성하거나 적합한 환경을 찾으려고 노력하였다.’, ‘나는 온라인 학습 시스템에서 학습활동 중 다른 곳에 주의를 분산하지 않고 학습에 집중하였다’ 등 이다. 자기조절학습은 사후에 측정되었으며, 측정도구의 문항내적일관성 신뢰도(Cronbach's α)는 .87로 분석되었다.

3.2.3 사회적 실재감

사회적 실재감 측정은 김정주(2011)의 사회적 실재감 도구를 참고하여 연구맥락에 적절하게 수정하여 활용하였다[32]. 문항 예는 ‘수업을 듣는 수강생들과 함께 학습한다는 기분이 들었다.’, ‘수업을 함께 듣는 수강생들은 서로에 대해 관심을 가졌다’ 등 총 4문항을 사용하였다. 사회적 실재감은 사후 측정하였으며, 문항내적일관성 신뢰도(Cronbach's α)는 .89로 나타났다.

3.2.4 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력

본 연구에서 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력 측정은 이정훈(2020)이 제시한 평가기준을 참고하여 문제 인식, 추상화, 자료수집, 자료분석, 자동화, 공유 및 평가 요소에 관련된 문항을 개발하였다[15]. 문항의 예는 ‘문제를 해결 가능한 수준의 작은 단계로 나누어 문제해결전략을 세운다.’, ‘수집한 문제해결 과정을 알고리즘으로 표현한다.’, ‘자료를 입력하여 개발한 프로그램을 테스트해 본다.’, ‘개발한 프로그램에서 발생하는 오류를 찾아낸다.’, ‘개발한 프로

그램에서 발생한 오류를 수정되버린다’ 등 총 12 문항을 활용하였다. 본 연구에서 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력 도구의 문항내적일관성 신뢰도 (Cronbach's α)는 .93으로 높게 나타났다.

3.2.5 통제변수

본 연구에서의 변인 간 관계를 분석하는데 성별, 계열(인문사회, 자연계열, 공학계열, 예체능)을 통제변수로 사용하였다.

3.3 연구절차

연구가 수행된 대학에서는 신입생을 위한 다수 과목의 SW교양교과목을 운영하고 있다. 그 중에서 필수 과목으로 학생들이 협력하여 창의적으로 문제를 해결하는 경험을 할 수 있도록 하는 SW프로젝트 교과목(1학점)을 운영하고 있다. 팀 기반 프로젝트로 개발되어 운영되어 온 교과는 코로나-19 이후 비대면 환경에서 학생들이 팀 프로젝트를 효과적이고 원활히 수행할 수 있도록 전면 재설계되어 운영되고 있다. 프로젝트 활동은 동일학과 학생들이 5-10명 정도로 한 팀이 되어 진행되며, 팀 구성은 랜덤(random)으로 사전에 구성된다. 대주제는 주어지나 각 팀은 팀별로 세부 주제를 선정하고 디자인씽킹 과정을 적용하여 소프트웨어를 활용한 문제해결안을 도출하게 된다. 해당 교과는 협업을 통해 도전적으로 SW를 활용한 실제 문제해결을 목표로 하고 있어, 교과 목표에 부합하도록 Pass/Fail 학점 시스템이 적용된다.

이 교과는 프로젝트 학습 특성과 효과를 고려하여 집중학기제로 운영되는 과목으로, 월요일부터 금요일까지 매일 3-4시간씩 최소 15시간 이상 팀원들과 실시간으로 온라인 프로젝트를 완수하게 된다. 온라인 SW프로젝트 교과와 주요 내용은 다음과 같다. 학생들은 프로그램 참여 일주일 전부터 LMS에 탑재된 사전 학습동영상과 미리 학습하여야 한다. 사전 학습을 통해 프로그램에 대한 오리엔테이션이 이루어고, 실시간 화상수업 플랫폼인 Webex teams 사용법, 디자인씽킹, 온라인 협업을 위한 tips, SW개발 툴인 오픈엔터에 대한 교육 등을 이수하여야 한다. 2022학년도 1학기에 제시된 대주제는 일상생활 속의 불편함을 개선해주는 앱, 즐거운 대학생화에 도움이 되는 앱, 사회 구성원의 행복 증진에 도움을 줄 수 있는 앱 등이 제시되었다. 교과 운영 내용은 <Table 1>과 같다. 팀별로 팀 토론활동을 통해 세부 주제를 선정하고 각자

역할을 선정하여 관련 자료를 수집하고 프로젝트를 수행한다. 프로젝트 활동 중 중간 과제로 팀별 프로젝트에 대한 아이디어와 계획서를 제출하고(4-6 session), 최종 과제는 산출물 시연을 포함한 발표로 이루어진다. 마지막 수업시간에 진행되는 프로젝트 결과 발표에 대해 평가단의 심사를 통해 우수팀을 선정하고, 우수팀에게는 소정의 장학금을 수여한다.

Table 1. Overview of the project course

Session	Class activity
pre-learning (before class)	<ul style="list-style-type: none"> • Orientation for SW project course • Learn how to use Webex Teams, tips for virtual collaboration • Learn design thinking • Learn App-Inventor
1-3	<ul style="list-style-type: none"> • Each team builds rapport among team members through team building activities. • Brainstorm a project topic.
4-6	<ul style="list-style-type: none"> • Discuss and determine team project topic, each member's role, and project schedule. • Gather relevant information and data for each role. • Write and submit a draft of project specification.
7-9 & 10-12	<ul style="list-style-type: none"> • Develop project solutions by utilizing SW. • Continuously test the program, discuss issues, and improve the program.
13-15	<ul style="list-style-type: none"> • Present a team project output. • Conduct team project evaluations, provide feedback, and award outstanding work.

3.4 자료분석

본 연구에서는 IBM SPSS statistics ver 26.0과 AMOS 26.0을 활용하여 자료를 분석하였다. 변인들의 기술통계 분석과 신뢰도 분석을 실시하고, 변인 간 상관분석을 수행하였다. 연구문제 검증에 위해 설정된 연구모형을 구조방정식모형으로 분석하였으며, 측정모형의 타당도를 평가한 후, 구조모형 평가를 통해 변인 간 관계를 분석하는 2단계 분석을 실시하였다. 최대우도법(maximum likelihood method)을 사용하여 모수를 추정하였으며, 모형 적합도 평가는 χ^2 통계량 검정, RMSEA(root mean square error of approximation), CFI(comparative fit index), TLI(Tucker-Lewis index) 지표를 사용하여 종합적으로 평가하였다. 모형 평가의 참고기준으로는 RMSEA는 .06이하, CFI와 TLI는 .95 이상일 때 좋은 적합도로 판단하였다[33]. 부트스트래핑(bootstrapping)을 실시하여 간접효과의 크기와 유의성을 검증하였다.

4. 연구결과

4.1 기술통계 및 상관분석

연구변인인 SW학습에 대한 과제가치, 자기조절학습, 사회적 실재감, 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력에 대한 기술통계 분석과 상관분석을 실시하였다. <Table 2>와 같이, SW학습에 대한 과제가치의 평균은 3.15($SD=.90$)으로 보통 수준으로 높지 않음을 알 수 있다. 자기조절학습의 평균은 4.71($SD=.46$)은 매우 높게 나타나 전반적으로 학습자들이 비실시간 방식의 사전 학습과 실시간 온라인 팀 프로젝트에 집중하여 참여한 것으로 해석할 수 있다. 사회적 실재감의 평균은 4.42($SD=.64$)로 긍정적인 사회적 실재감이 형성된 것으로 파악하였고, 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력의 평균은 3.97($SD=.62$)로 분석되었다. 잠재변인 간 상관관계는 모두 정적으로 유의하였는데, 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력과의 상관을 살펴보면, SW학습에 대한 과제가치 간의 상관은 .44, 자기조절학습과의 상관은 .42, 사회적 실재감과의 상관은 .43으로 나타났다.

Table 2. Descriptive statistics and correlational analysis

Latent variables	1	2	3	4
1. Task value in SW education	1.00			
2. Self-regulated learning	.12**	1.00		
3. Social presence	.12**	.53**	1.00	
4. CT-oriented problem solving skill(CT-PBS)	.44**	.42**	.43**	1.00
<i>M</i>	3.15	4.71	4.42	3.97
<i>SD</i>	.90	.46	.64	.62

** $p < .01$

4.2 측정모형 분석 결과

측정모형의 적합도를 분석한 결과, <Table 3>과 같이 $\chi^2(155)=5.47(p<.001)$ 로 유의하였으나, RMSEA=.06, CFI=.96, TLI=.95 지표 값이 참고기준을 충족하여 측정모형은 적합한 것으로 분석되었다.

Table 3. Assessment results of measurement model

Fit index	χ^2	<i>df</i>	RMSEA (90% CI)	CFI	TLI
measurement model	5.47	155	.06 (.053-.061)	.96	.95
cut-off value	-	-	.06 below	.95 above	.95 above

또한 <Table 4>의 확인적 요인분석 결과를 살펴보면, 모든 측정변수는 각 잠재변수를 대리하는데 유의하였고($p<.001$), 표준화요인부하량 값은 모두 .50 이상으로 나타났다.

Table 4. Factor loadings for the measurement model

Latent variable	observation variable	<i>B</i>	β	<i>SE</i>	<i>t</i>
Task value for SW education	SW task value1	1.00	.86	-	-
	SW task value2	.84	.80	.03	32.72***
	SW task value3	.61	.71	.02	27.29***
	SW task value4	.77	.77	.02	32.33***
Self-regulated learning (SRL)	SRL1	1.00	.64	-	-
	SRL2	.96	.75	.04	26.88***
	SRL3	1.13	.78	.05	24.51***
	SRL4	1.19	.78	.05	24.59***
	SRL5	1.10	.80	.04	25.05***
	SRL6	1.27	.81	.05	25.17***
Social Presence	SRL7	1.24	.84	.05	25.94***
	social presence1	1.00	.80	-	-
	social presence2	1.10	.86	.03	35.58***
	social presence3	1.02	.84	.03	34.41***
CT-problem solving skills (CT-PBS)	social presence4	1.21	.79	.04	31.92***
	CT-PBS1	1.00	.87	-	-
	CT-PBS2	1.19	.91	.03	44.27***
	CT-PBS3	.93	.83	.02	38.93***

*** $p < .001$

4.3 구조모형 분석 결과

설정된 연구모형의 적합도를 분석한 결과, <Table 5>와 같이 나타났다. $\chi^2(155)=5.32(p<.001)$ 로 유의하였으나, RMSEA=.06, CFI=.96, TLI=.95으로 분석되어 구조모형은 적합한 것으로 판단하였다.

Table 5. Assessment results of structural model

Fit index	χ^2	<i>df</i>	RMSEA (90% CI)	CFI	TLI
structural model	5.32	155	.06 (.052-.060)	.96	.95

잠재변인 간 경로의 유의성을 분석한 결과(<Table 6> 참조), SW학습에 대한 과제가치는 자기조절학습에 긍정적으로 유의한 영향을 보였으며($B=.11$, $t=6.27$, $p<.001$), 사회적 실재감 향상에도 긍정적으로 나타났다($B=.13$, $t=5.56$, $p<.001$). SW학습에 대한 과제가치는

컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력 향상에도 직접적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었으며($B=.29$, $t=15.23$, $p<.001$), 자기조절학습($B=.31$, $t=8.24$, $p<.001$)과 사회적 실재감($B=.24$, $t=8.46$, $p<.001$)은 각각 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력을 유의하게 향상시키는 효과를 보였다. 연구변인 간 주요 경로계수는 [Figure 2]에 제시하였다.

Table 6. Direct path coefficients and t-values

Direct path	B	β	SE	t
Task value for SW education → SRL	.11	.19	.02	6.27***
Task value for SW education → Social presence	.13	.17	.02	5.56***
Task value for SW education → CT-PBS	.29	.42	.02	15.23***
Self-regulated learning → CT-PBS	.31	.25	.04	8.24***
Social presence → CT-PBS	.24	.26	.03	8.46***

*** $p < .001$

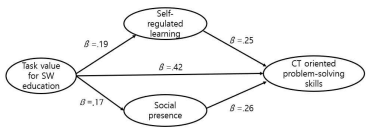


Figure 2. Estimated standard direct path coefficients in the final model(control variables are omitted from the figure)

본 연구모형에는 SW학습에 대한 과제가치가 자기조절학습과 사회적 실재감을 매개로 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력에 영향을 미치는 간접경로가 있다. 부트스트래핑 방식을 적용하여 간접효과 크기와 간접효과의 유의성을 검증하였다. <Table 7>에 제시된 분석결과, SW학습에 대한 과제가치가 자기조절학습과 사회적 실재감 변인을 매개로 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력에 보이는 간접효과는 $B=.06$, $\beta=.09$, $p<.001$, 95% 신뢰구간(CI)의 하한 및 상한 값은 $[-.05, .08]$ 로 구간 내에 0을 포함하지 않으므로 유의하게 나타났다.

Table 7. Indirect path analysis results

Indirect path	B	SE	β	95% CI Bias-corrected percentile method
Task value for SW education → CT-PBS	.06	.01	.09	.05-.08

5. 논의 및 결론

본 연구는 온라인 환경에서 진행되는 SW교육에 대한 학습과정과 성과 요인 간 관계를 실증적으로 검증하고자 수행되었다. SW교육의 학습성과로 간주되는 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력에 대하여 SW학습에 대한 과제가치, 자기조절학습, 사회적 실재감 변인을 선정하고 자기조절학습과 사회적 실재감을 매개변인으로 하는 경로모형을 상정하였다. 연구의 주요 결과 및 논의는 다음과 같다.

첫째, SW학습에 대한 과제가치, 자기조절학습, 사회적 실재감은 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력에 모두 직접적으로 유의한 영향을 미치는 선행요인으로 나타났다. 이는 학습자가 학습에 대한 필요성, 흥미, 가치를 인식하는 태도 요인이 학습과정에 몰입과 학습성취를 향상시킨다는 선행연구(8,19, 21,22)를 지지하였고, 온라인 학습환경에서 자기조절학습이 학습성과에 중요하다고 논의한 하석영 외(2021) 연구와 동일한 결과이다[2]. 또한 온라인 학습환경에서 사회적 실재감이 중요하다고 논의한 신동민과 남창우(2019), Cunningham(2015) 연구결과를 온라인 SW교육 맥락에서도 유효함을 확인하였다[14, 28]. 따라서 온라인 학습환경에서 진행되는 SW 프로젝트 기반 교육에서 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력 향상에 학습자의 동기, 학습과정에서 학습자의 능동적인 자기조절학습, 동료 학습자와의 상호작용을 통한 사회적 실재감 강화가 중요하다고 논의할 수 있다.

둘째, SW학습에 대한 과제가치는 자기조절학습과 사회적 실재감을 매개로 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력 향상에 유의한 간접효과를 보였다. 연구결과에서 SW교육 맥락에서 자기조절학습과 사회적 실재감을 매개로 한 구조모형의 적합성을 확인하였고, 자기조절학습과 사회적 실재감의 매개효과를 확인하였다. 컴퓨팅 사고로 복잡한 문제를 해결해나가는 SW학습은 문제해결과정에서의 어려움을 건디는 끈기와 노력이 요구된다. 학습자의 초인지, 인지, 동기를 조절해나가는 자기조절학습 행동과 동료 학습자와의 사회적 관계에 기초한 사회적 실재감이 온라인 학습환경에서 진행되는 SW학습과정 중에 중요한 매개 역할을 수행한다고 논의할 수 있다.

본 연구결과에 따라 다음과 같은 시사점과 SW학습의 설계 방향을 도출하였다. 첫째, SW학습에서 과제 가치 인식의 중요성과 영향력에 주목하여 교육과정 설계에 반영할 필요가 있다. 본 연구에 포함된 선행요

인들이 학습성과에 미치는 직접효과 크기를 비교해보면, 상대적으로 자기조절학습, 사회적 실재감에 비해 과제가치가 컴퓨팅 사고력 기반 문제해결력에 대한 더 큰 효과를 보인다. 또한 과제가치가 매개변인을 통해서 학습성과에 미치는 간접효과까지 고려한다면, SW교육 맥락에서 SW학습에 대한 과제가치 인식의 중요성은 더 크다. SW학습에 대한 가치를 인식하는 것은 학습자의 동기와 태도를 결정하며, 학습과정에서 자기조절학습을 위한 행동과 동료 학습자와의 상호작용에도 영향을 미쳐 학습성과를 향상시키는 선행요인임을 시사한다. 하지만 본 연구에서 사전에 측정된 SW학습에 대한 과제가치의 평균값을 참고할 때, 학습자의 인식 수준은 높지 않음을 알 수 있다. 이는 SW교육을 통해 SW학습에 대한 가치와 흥미를 높일 수 있어야 하며, 인지적 성과뿐 아니라 정서적 지표도 주요 성과 지표로 관리할 필요가 있음을 시사한다. 과제까지 인식 향상을 위해서는 SW학습 설계시 학습자에 대한 이해를 토대로 학습내용 및 프로젝트 주제를 선정하는 것이 중요하다. 학습자 분석에서 사전 학습 경험, 동기, 수준 등을 파악하는 것이 필요한데, 최근 초중등에서 SW·AI교육이 확대됨에 따라 앞으로 대학에 입학하는 학습자의 수준이 매년 달라지고 학생 간 편차도 클 것으로 예상된다. 따라서 대학은 학습자에 대한 연구를 통해 SW학습에 대한 사전 경험, 수준, 요구를 분석하여 교육과정 설계에 반영할 필요가 있다. 또한 비전공자의 SW학습에 대한 흥미와 가치 인식 향상을 위해서는 SW가 자신들의 전공과 어떠한 연관성이 있으며 어떻게 융합적으로 활용할 수 있는 지 구체적인 사례를 탐색하고 아이디어를 모색하도록 설계함으로써 SW학습의 필요성과 잠재성을 학생 스스로 느끼도록 해야 한다. 본 연구에서 SW교육은 온라인 프로젝트 방식을 택하여 학습자 주도적 학습을 추구하였고, 학습자가 관심이 높은 세부 주제를 탐색하여 선정하도록 하였으며, 학점 경쟁보다는 협력을 통한 도전적 학습경험에 가치를 부여하여 pass/fail의 절대평가 방식을 택함으로써 학습자의 SW학습에 대한 동기와 몰입을 촉진하였다. 대학은 대규모로 운영되는 SW교육과 설계와 운영에 기본 지점을 마련하고 인지 및 정서적 성과지표를 선정하여 체계적으로 성과관리를 해 나갈 필요가 있다.

둘째, 온라인 SW학습과정에서 맞닥뜨리는 학습내용의 어려움이나 문제해결에 대한 불확실성을 극복할 수 있는 매개변인으로 자기조절학습과 사회적 실재감을 촉진할 수 있는 SW 학습설계가 제안된다. SW교육

은 로봇, 아두이노를 비롯한 다양한 교구나 도구를 활용할 수 있고, 블록 또는 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 학습할 수도 있으며, 새로 등장하는 인공지능 기술과 도구를 이해하고 활용하는 등 지속적인 학습이 필요한 분야이다. 비전공자일수록 생소한 학습내용에 대한 두려움과 거부감이 들 수 있고, 교육 내용의 난이도가 상승하면서 부담감을 느끼고 흥미를 잃을 수 있다. 또한 SW를 활용한 문제해결에 대한 경험 부족은 학습자에게 프로젝트 교과는 불확실성이 높은 학습환경으로 인식된다. 이러한 SW학습상황에서는 학습자가 학습과정에서 끈기있게 자신의 인지, 동기, 정서를 조절하는 자기조절학습이 중요한 역할을 담당한다. 따라서 수업 설계시 온라인 SW학습에 효과적인 학습전략들을 미리 제시하고, 교수자는 학습에 자신감과 인내심을 발휘할 수 있도록 인지적·정서적인 지원을 제공할 필요가 있다. 특히 실시간 화상강의 플랫폼을 활용한 SW학습환경에서는 팀원 간 활발한 토론, 즉각적인 피드백, 정보 공유가 용이하므로, 팀 기반 학습이 사회적 실재감 증진과 함께 SW 학습의 어려움과 부담감을 함께 극복하는데 도움이 될 수 있다. 본 연구의 경우, 비실시간 온라인 학습으로 SW학습의 핵심 콘텐츠와 효과적인 학습전략을 제공하고, 팀 프로젝트는 실시간 화상강의플랫폼을 활용하여 진행하도록 하였다. 이와 같이 학습내용과 활동 특성에 따라 실시간과 비실시간을 적절히 배치한 점도 학습효과를 향상시키고, 학습자들의 자기조절학습과 사회적 실재감 촉진에 기여한 것으로 사료된다.

본 연구는 하나의 대학에서 자료를 수집한 연구로 연구결과 일반화에 제약이 있고, SW학습 성취도를 자기보고 방식으로 측정한 점에 한계를 지닌다. 이러한 제한점에도 불구하고, 온라인 학습환경에서 중요한 요인을 SW프로젝트 교육 맥락에 접목하여 학습과정과 성과요인 간 구조적 관계를 검증한 것에 의의가 있으며, 후속 연구에서 객관적인 SW학습 성취도 측정을 보완한 연구를 제안한다. 또한 향후 SW교육은 메타버스, 플립러닝 등 다양한 모드(mode)의 디지털 학습환경으로 확대될 것으로 예상되는데 따라 각기 다른 디지털 학습환경의 특성을 고려한 변인을 발굴하고 학습과정과 성과 간 관계를 규명하는 연구를 제안한다.

참고문헌

[1] Ministry of Education (2022. 8. 22). Press release:

Comprehensive plan for fostering digital talent.

[2] Ha, S., Park, J., Bae, Y., & Lee, J. (2021). Effects of self-regulation, teaching presence, learning engagement on computational thinking in online SW liberal education. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 23(3), 579-590. DOI : 10.14352/jkaie.2021.25.3.579

[3] Hong, S., Goo, E., Shin, S., Lee, T., & Seo, J. (2021). Development the measurement tool on the software educational effectiveness for non-major undergraduate students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24(1), 37-46. DOI : 10.14352/jkaie.2021.25.3.579

[4] Lee, S., & Ann, S. (2020). Analysis of student perception of learning block-type educational programming tools in online learning environment. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24(6), 519-528. DOI : 10.14352/jkaie.2020.24.6.519

[5] Son, J., Lee, S., & Han, J. (2022). The effectiveness of collaborative learning in SW education based on metaverse platform. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 26(1), 11-22. DOI : 10.14352/jkaie.2022.26.1.11

[6] You, J. W. (2022). Analysis of the serial multiple mediating effect of self-efficacy and co-regulation in the relationship between growth mindset and team creativity of college freshmen in the hackathon program. *Korean Journal of General Education*, 18(2), 357-372. DOI : 10.46392/kjge.2022.16.2.357

[7] Gil, H. J., & Yu, S. (2022). The effect of self-directed learning ability of pre-service early childhood teachers who experienced distance class on their learning persistence: Focusing on the mediating effect of e-learning efficacy and social presence. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 43(6), 667-688. DOI : 10.18023/kjece.2022.42.6.028

[8] Park, J. (2021). Analysis of the effectiveness of computational thinking classes for improving convergent thinking skills. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24(1), 71-80. DOI : 10.32431/kace.2021.24.1.008

[9] Shin, C. (2021). The effects of computational thinking-based liberal education on problem solving ability. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 23(2), 246-251. DOI : 10.6109/jkice.2021.25.2.252

[10] Kim, S. (2015). Analysis of non-computer majors' difficulties in computational thinking education. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 18(3), 49-57. DOI : 10.32431/kace.2015.18.3.005

[11] Park, Y., & Lee, M. (2020). A study on improving computational thinking education of university by reflecting learner's perception and instructor's opinion. *Korean Journal of General Education*, 14(1), 167-191.

[12] Papert, S. (2000). What's the big idea? Toward a pedagogy of idea power. *IBM Systems Journal*, 39(3-4), 720-729. DOI : 10.1147/sj.393.0720

[13] Purinton, E. F., & Burke, M. M. (2020). Engaging on-line students: Using a multisensory exercise for deeper, active learning. *Marketing Education Review*, 30(1), 29-42. DOI : 10.1177/02734753211035162

[14] Shin, D., & Nam, C. W. (2019). The relative effects of cognitive support strategies and emotional regulation strategies on college students' social presence and academic achievement in design thinking-based learning environments. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 25(4), 739-765. DOI : 10.15833/JKAIEAM.25.4.739

[15] Lee, J. (2020). *Problem solving process-oriented computational thinking assessment*. Unpublished master's thesis, Jeju National University.

[16] Choi, H., & Kim, K. (2015). The effects of scratch programming on preservice teachers: Assessment utilizing computational thinking and Bloom's taxonomy. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 19(2), 225-232. DOI : 10.14352/jkaie.2015.19.2.225

[17] Sung, J., S., Kim, S., & Kim, H. (2015). Analysis of art and humanity major learners' features in programming class. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 18(3), 25-35. DOI : 10.32431/kace.2015.18.3.003

[18] Paik, S. H., & You, J. W. (2022). The interaction effect between gender and learning attitude on learning outcomes in AI education for elementary students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 23(3), 49-60. DOI : 10.32431/kace.2022.25.3.005

[19] Durak, H. Y., Saritepec, M., & Durak, A. (2023). Modeling of relationship of personal and affective variables with computational thinking and programming. *Technology, Knowledge and Learning*, 28, 165-184. DOI : 10.1016/j.compedu.2017.09.004

[20] Kim, W. S. (2017). A study on the recognition of freshman on computational thinking as essential course. *Culture and Convergence*, 39(6), 141-170. DOI : 10.33645/cnc.2017.12.39.6.141

[21] Han, J. (2020). Changes in attitudes and efficacy of AI learners according to the level of programming skill and project interest in AI project. *Journal of the*

Korean Association of Information Education, 24(4), 391-400. DOI : 10.14352/jkaie.2020.24.4.391

[22] Cutumisu, M., Adams, C., Gianfield, F., Yuen, C., & Lu, C. (2022). Using structural equation modeling to examine the relationship between preservice teachers' computational thinking attitudes and skills. *IEEE Transactions on Education*, 63(2), 177-183. DOI : 10.1109/TE.2021.3105938

[23] Kim, H., & Kim, E. (2021). Structural relationships between pre-early childhood teachers' perception of distance class, self-directed learning, self-determination motivation and learning engagement in distance class. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(7), 787-799. DOI : 10.22251/jlcci.2021.21.7.787

[24] Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M., Boekaerts, P. R., Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). San Diego, CA: Academic Press.

[25] Burch, G., Heller, J. A., Burch, J. J., & Heller, N. A. (2016). Web-based and face-to-face classes: Are there unintended outcomes? *Journal of Management Development*, 33(8), 1031-1041. DOI : 10.1108/JMD-06-2015-0088

[26] Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2, 87-105. DOI : 10.1016/S1096-7516(00)00016-6

[27] Swan, K., & Shih, L. F. (2005). On the nature and development of social presence in online course discussions. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 9(3), 115-136. DOI : 10.24059/olj.v9i3.1788

[28] Cunningham, J. M. (2015). Mechanizing people and pedagogy: Establishing social presence in the online classroom. *Online Learning*, 19(3), 34-47. DOI : 10.24059/olj.v19i3.667

[29] Lee, J., & Yoon, N. (2012). The effects of task value, twitter self-efficacy, and social presence on learning satisfaction on twitter discussion. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 16(1), 51-60.

[30] Artino, A. R., & McCoach, D. B. (2008). Development and initial validation of the online learning value and self-efficacy scale. *Journal of Educational Computing Research*, 38(3), 279-303. DOI : 10.2190/EC.38.3.c

[31] Kim, S. (2010). *The structural relationship among the variables related to learning transfer in corporate e-learning*. Unpublished doctoral dissertation, Ewha Womans University, Seoul.

[32] Kim, J. J. (2011). A study on validation of social presence scale in distance education using item response theory. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 17(1), 109-132

[33] Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55. DOI : 10.1080/10705519909540118



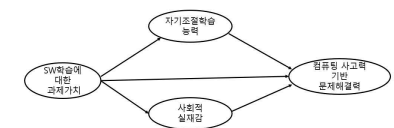
유 지 원

1991년 이화여자대학교
전자계산학과(이학사)
1996년 University of Minnesota
교육공학전공(교육학석사)
2011년 이화여자대학교 교육공학과
(교육공학박사)
2014년 ~ 현재 가천대학교 교육대학원 AI융합교육전공 부교수
관심분야: 테크놀로지 기반 학습 설계 및 개발, AI융합교육,
SW교육, 학습성과 분석, 팀 기반 학습
E-Mail: uimagine@gachon.ac.kr

부 록

〈표 1〉 프로젝트 교과 주요 운영 내용

시간	수업 활동
수업 전 사전 학습	<ul style="list-style-type: none"> SW 프로젝트 교과 오리엔테이션 Webex Teams 사용법 학습, 온라인 협업 tips 제공 디자인씽킹 학습 App-Inventor 학습
1-3	<ul style="list-style-type: none"> 팀별 팀 빌딩 활동을 통한 팀원 간 라포 형성 프로젝트 주제에 대한 논의 및 세부 주제 탐색
4-6	<ul style="list-style-type: none"> 팀별 세부 주제 선정 및 팀원 역할 결정, 프로젝트 계획 수립 역할별 프로젝트 관련 자료 수집 팀별 프로젝트 세부 명세서 초안 제출
7-9 & 10-12	<ul style="list-style-type: none"> 소프트웨어를 활용하여 프로젝트 산출물 개발 지속적으로 프로젝트 개발물 테스트, 문제상황 논의 및 산출물 개선
13-15	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 산출물 발표 팀 프로젝트 평가 및 피드백, 우수 산출물 시상



〈그림 1〉 연구모형