

# 컴퓨터 비전공자 컴퓨팅 교육에서 학습자 특성과 학업성취 관계 연구\*

김민자† · 김현철†

† 고려대학교 컴퓨터교육과

## A study on relation between student factors and achievements in computing education for computer science non-majors

Minja Kim† · Hyeoncheol Kim†

† Dept. of Computer Education, Korea University

### 요 약

학습자는 교육의 3요소인 교육자, 학습자, 교육내용의 하나로 학습자 특성과 이가 학업성취에 미치는 영향을 이해하는 것이 중요하다. 컴퓨터 비전공자를 대상으로 하는 컴퓨팅 교육이 점점 활발해지고 있다. 비전공자 컴퓨팅 교육이라는 맥락에서 학습자 특성과 학업성취의 관계를 이해할 필요가 있다. 본 연구는 비전공자 컴퓨팅 교육에서 학습자 특성과 학업성취의 관계를 실증적으로 이해하기 위해 수행되었다. 학습자 특성을 이전경험/사전지식, 인지적 요인, 심리적 요인의 3가지로 분류하였고, 연구대상을 3그룹으로 설정, 다양한 하위 요소 데이터를 수집하였다. 그 결과, 대상 1의 경우 학습스타일(순차적: 부적상관, 통합적: 정적상관), 대상 2는 자기 효능감(사후), 대상 3은 수학 사전지식, 컴퓨팅과 전공의 연계성 인식, 정보적 사고에 대한 인식이 학업성취와 유의미한 상관관계가 있었다. 하지만 상관성이 모두 0.5이하로 크지 않고, 자기 효능감과 전공 연계성 인식의 경우 대상에 따라 결과가 상이하였다. 향후 연구에서 다루지 않은 변수에 대한 연구와 상관관계가 밝혀진 변수만을 대상으로 인과성을 확인하는 연구가 필요하다. 또한 현상학적 관점으로 학습자 특성을 고찰할 필요가 있다.

### 1. 서 론

컴퓨팅 교육을 포함한 모든 교육 상황에서 교육자, 학습자, 교육내용의 '교육의 3요소'가 존재한다[1]. 모든 학습과정은 학습자 자신에게서 일어나고 있기 때문에 학습자 요인은 교육의 요소 중 어떤 의미에서 핵심적이라 할 수 있다[2]. 학생들은 다른 경험, 사전 지식, 학습 양식, 믿음 등을 가지고 수업에 참여한다. 특히 컴퓨팅 교육에서 컴퓨터 비전공자를 대상으로 할 경우 다양한 배경과 경험을 가진 학습자들이 공통의 수업을 듣는다. 따라서 학습자 특성이 학생들의 학습에 어떤 영향을 미치는지 이해할 필요가 있다.

비전공자 대상 컴퓨팅 수업에서 학습자 특성 요인을 연구한 기존 연구를 살펴보면 <표 1>과 같이 3가지 영역으로 학습자 특성을 분석한 것을 알 수 있다.

첫째는 이전경험 혹은 사전지식 영역으로, 이 영역에서는 프로그래밍 경험, 수학 지식, 과학 지식, 영어 지식이 학업성취와 관계가 있거나 영향을 미친다는 결

과가 도출되었다.

<표 1> 문헌분석 - 학업성취와 유의미한 관계가 있는 학습자 요인

영역	요소	문헌
이전경험/ 사전지식	프로그래밍	[3],[4],[5]
	수학	[6],[7],[8],[5]
	과학	[7]
	영어	[5]
인지적 요인	일반적성(GATB)	[8]
	심상모델/지식조직화	[9],[4]
심리적 요인	자기효능감	[6],[9],[10]
	행운에 대한 귀인	[6]
	CS에 대한 흥미	[10]
	CS학과에 대한 태도	[10]

둘째는 인지적 요인이다. 기존 연구에서 학생들의 일반적성([8]에서는 지능, 수리, 언어, 사무지각, 공간적성 등 9개의 적성을 알 수 있는 GATB 검사 사용)과 컴퓨팅 지식의 심상모델과 지식조직화가 학업성취와 관계가 있다고 밝혔다.

마지막으로 심리적 요인이다. 심리적 요인에 여러 변수를 실험하였지만 관계가 있다는 결과를 얻은 변수는 자기효능감, 행운에 대한 귀인, 컴퓨터 과학에 대한 흥

\* 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2015-0-00936)

미, 컴퓨터 학과에 대한 태도이다. ‘행운에 대한 귀인’은 귀인이론(Attribution Theory)에 따라 학습자가 운을 수행의 원인으로 믿는 것을 말한다. 귀인은 성공과 실패의 원인에 대한 학습자의 믿음을 의미한다[11].

기존 연구에서 여러 학습자 특성을 연구했지만 통계적으로 유의미한 관계성 혹은 인과성을 찾은 변수는 많지 않았다. 특정 변수가 어떤 연구에서는 유의미하지만 어떤 연구에서는 유의미하지 않게 나온 경우도 있었다. 예를 들어 [6]의 경우 프로그래밍 경험과 학업성취가 유의미한 관계가 없다는 결과가 나왔다.

비전공자 컴퓨팅 교육에서 학습자 특성과 학업성취 관계 연구는 1980년대부터 문헌을 찾을 수 있지만 활발하게 연구되지 않은 것으로 보인다. 국내에서는 더욱 제한적으로 진행되었다. 따라서 좀 더 많은 연구를 수행하여 이 분야의 연구를 심화할 필요가 있다.

본 연구는 비전공자 대상 컴퓨팅 교육에서 학습자 특성과 학업성취의 관계를 파악하기 위한 목적으로 수행하였다. 다른 3개의 대상으로 각각 다른 특성을 파악하여 데이터 분석 결과를 종합하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 개요

본 연구는 3개의 다른 수업에서 데이터를 수집하여 결과를 종합하는 방식으로 연구를 진행하였다. 각 수업의 특징과 수집 데이터는 수업마다 다르지만 학습자 특성과 학업성취의 관계를 파악한다는 점에서 하나의 결과로 종합할 수 있다. 각 수업의 대상, 특징, 수집 데이터는 다음과 같다.

### 2.2 모바일 앱 프로그래밍 수업

2016년 겨울 종합 대학의 모바일 앱 프로그래밍 특강으로 개설된 8주간 28회차로 진행된 수업의 수강생을 대상으로 하였다.

#### 2.2.1 대상

총 30명 수강생 중 25명이 연구에 참여하였다. 구성은 컴퓨터 전공 7명(28%), 이공계열 7명(28%), 인문사회계열 11명(44%)이다. 성별은 남자 18명(72%), 여자 6명(24%)으로 남학생이 여학생에 비해 많았다.

#### 2.2.2 수업내용 및 학업성취 평가

수업은 크게 프로토타입 제작과 Swift를 활용한 앱 빌딩 내용의 2가지로 진행되었다 (<표 2>).

학업성취도는 Swift를 활용한 앱 개발 프로젝트 결과물 평가를 통해 측정하였다. 컴퓨팅 사고력에 기반한 평가 루브릭을 개발하였고[12], 3명의 평가자가 학생들의 프로젝트 결과물 발표 시간에 참여하여 루브릭에 따라

평가하였다.

<표 2> 모바일 앱 프로그래밍 수업 내용

구분	회차별 내용
앱 프로토타입	Intro to Prototype, UI 디자인의 기본, 애플리케이션의 아이디어 정의 / View Controller 사용법, UI sketch / 네비게이션의 다양한 방법, 오토레이아웃의 기본 개념, 오토레이아웃의 동작 원리 적용, iOS 기술, 중간테스트와 풀이, PilotPlant, 유니버설 앱 디자인 동작방식, PilotPlant II, 프로토타입 완성
Swift 프로그래밍	GitHub 사이트 이용, 프로그래밍 언어의 기초, 함수의 개념, Software Development Kit 기본, 간단한 인터랙션, 네비게이션, Swift 핵심 기능, 테이블 뷰 컨트롤러, 모델 클래스 만들기, 중간테스트와 풀이, Notification / Archiving, AutoLayout in depth, Touch & Gesture, Animation, Test, 애플리케이션 빌드(프레젠테이션)

### 2.2.3 수집 데이터

문헌연구 결과에 따라 이전경험/사전지식, 인지적 요인, 심리적 요인 3가지로 구분하여 5개 요소(프로그래밍 교육 경험, 학습 스타일, 동기, 자기 효능감, 인식)에 대한 데이터를 수집하였다. 학습 스타일은 ILS (Index of Learning Style)[13][14]로 측정하였으며, 동기와 자기 효능감은 MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire)[15]를 사용하였다. 교육경험, 인식은 문항을 개발하여 데이터를 수집하였다.

<표 3> 모바일 앱 프로그래밍 수업 수집 데이터

구분	요소
이전경험/사전지식	프로그래밍 교육 경험
인지적 요인	학습 스타일
심리적 요인	동기
	자기 효능감(사전, 사후)
	인식

## 2.3 예술계열 대상 수업

2016년 1학기 예술 대학에서 실시된 프로그래밍 전공 수업의 수강생을 대상으로 데이터를 수집하였다. 예술 계열 학습자들에게 프로그래밍을 하나의 기술이 아니라 매체(media)로서 활용할 수 있도록 하는 것을 목표로 17주차 동안 진행하였다.

### 2.3.1 대상

총 44명 수강생 중 35명이 연구에 참여하였다. 디지털아트(48.6%), 사진(20%), 음악(11.4%), 실내디자인(11.4%), 연극(5.7%), 광고(2.9%)의 6개 전공에서 참여하였다. 남학생이 17명(48.6%), 여학생이 18명(51.4%)로 성별 비율이 고른 편이었다.

### 2.3.2 수업내용 및 학업성취 평가

수업내용은 중간고사 전에는 프로그래밍 언어에 대한 기본지식과 프로세싱 언어를 배우고, 후에는 프로그래밍을 통해 하드웨어와 상호작용하는 법을 아두이노를 통

해 배우는 2가지로 구성되었다.

<표 4> 예술계열 대상 수업 내용

구분	주차별 내용
프로그래밍 언어 (프로세싱)	오리엔테이션, 인간과 기계의 언어 이해, 소프트웨어의 언어(추상화, 조건제어, 데이터 표현(사진, 영상, 소리 등))
중간고사	
하드웨어 (아두이노)	하드웨어의 언어 (Wiring 하드웨어, DIY 컴퓨터 만들기, LED, 소리, 센서, 모터)
기말작품 전시 및 발표	

학업성취는 과제, 중간고사, 작품 기획서 및 프레젠테이션 평가, 전시 중 작품 평가, 포트폴리오 평가, 출력의 6가지 요소로 도출하였다.

### 2.3.3 수집 데이터

앞의 수업과 동일하게 이전 경험, 인지적 요인, 심리적 요인의 3가지 분류에 따라 8개 요소(프로그래밍 경험, 만들기 경험, 피지컬 컴퓨팅 경험, 영어, 메타인지, 자기 효능감, 동기, 인식)데이터를 수집하였다. 메타인지는 MAI (Metacognitive Awareness Inventory)[16]를 사용하여 측정하였으며, 자기 효능감과 동기는 앞선 연구와 동일하게 MSLQ를 사용하였다. 이 때 동기는 내재적 동기와 외재적 동기만 데이터를 수집하였다. 경험 및 인식은 문항을 개발하여 진행하였다.

<표 5> 예술계열 대상 수업 수집 데이터

구분	요소
이전경험/사전지식	프로그래밍 경험, 만들기 경험, 피지컬 컴퓨팅 경험, 영어 역량
인지적 요인	메타인지 (인지지식+인지조절)
심리적 요인	자기 효능감 (사전, 사후, ICT 자기효능감)
	동기 (내재, 외재)
	인식   SW에 대한 인식(사전, 사후)

## 2.4 교양 컴퓨팅 수업

2016년 16주간 진행된 종합 대학의 컴퓨팅 교양 수업의 수강생을 대상으로 하였다.

### 2.4.1 대상

총 수강생 439명 중 설문에 응답하여 연구에 참여한 학생은 402명이었다. 전공계열별로는 이공계열 232명 (57.7%), 컴퓨터 전공 120명(29.9%), 인문사회계열 50명(12.4%)로 비전공자 중 이공계열 비율이 높았다. 성별은 남학생이 323명 (80.3%), 여학생이 79명(19.7%)로 남학생이 월등히 많았다.

### 2.4.2 수업내용 및 학업성취 평가

수업은 크게 정보의 표현, 알고리즘, 대안컴퓨팅으로 구성되었다. 엔트리 보드를 활용하여 피지컬 컴퓨팅을,

파이썬으로 프로그래밍을 실습하였다.

<표 6> 교양 컴퓨팅 수업 내용

구분	주차별 내용
정보의 표현과 구조	정보는 생각의 표현, 컴퓨팅 기계, 정보 코드와 정보 표현, 정보의 구조와 문제 해결
알고리즘과 절차적 사고	엔트리 보드 실습
중간고사	
알고리즘	파이썬 실습 알고리즘과 데이터 구조, 정렬과 탐색, 함수적 세상
대안컴퓨팅	지능휴대모델, 생명체 흉내모델, 네트워크 컴퓨팅과 집단지성
기말고사	

학업성취는 수시과제, 중간고사, 기말고사, 참여도의 4가지 항목으로 평가하였다. 중간고사와 기말고사는 지필고사였으며, 수시과제 내에 실습과제가 포함되었다.

### 2.4.3 수집 데이터

이전 경험, 인지적 요인, 심리적 요인의 3가지 분류 하에서 학습자 특성 데이터를 수집하였다. 이전 경험을 세분화하여 정규 컴퓨터 교육 경험, 프로그래밍 경험, 수학 및 과학 역량을 측정하였다. 인지적으로는 학습에 들어간 노력을 알기 위해 주당 학습시간 데이터를 수집하였으며, 심리적 요인으로 학습자의 인식과 정보적 사고에 대한 인식을 수집하였다.

<표 7> 교양 컴퓨팅 수업 수집 데이터

구분	요소
이전경험/사전지식	컴퓨터 교육(정규 교육) 경험, 프로그래밍 교육 경험, 수학, 과학
인지적 요인	주당 학습시간
심리적 요인	인식 (전공연계성)
	정보적 사고 인식 (사전, 사후)

## 3. 연구 결과

각 연구대상별로 수집한 학습자 특성 요소 데이터와 학업성취값의 관계를 분석하였다. 변수값의 특징에 맞게 t-검증, 상관, 카이스퀘어 검증을 실시하여, p값이 0.05 이하인 결과의 유의미성 여부를 확인하였다.

첫째, 모바일 앱 프로그래밍 수업 데이터를 분석한 결과 학습 스타일의 4가지 영역(활동적-반성적, 감각적-직관적, 시각적-언어적, 순차적-통합적) 중 순차적-통합적 스타일과 학업성취가 약한 상관관계를 보였다. 순차적 스타일의 경우 학업성취와 -0.379 (p<.05)의 부적 상관관계가, 통합적 스타일의 경우 학업성취와 0.479 (p<.05)의 정적 상관관계가 있다. 그 외 다른 요소에서는 유의미한 관계성이 드러나지 않았다.

<표 8> 모바일 앱 프로그래밍 수업 결과

구분	요소	결과의 유의미성	
이전경험/ 사전지식	프로그래밍 교육 경험	X	
인지적 요인	학습 스타일 (t-검증)	X	
	학습 스타일 (상관)	0	
심리적 요인	동기 (내재적, 외재적)	X	
	효능감	사전	X
		사후	X
	인식(전공연계)	X	

둘째, 예술계열 컴퓨팅 수업 데이터 분석 결과 자기 효능감이 학업성취와 관련 있다는 결과가 도출되었다. 자기 효능감 사후점수는 학업성취와 0.487(p<.01)의 약한 정적 상관관계가 있다. 그 외 다른 요소에서는 유의미한 관계성을 보여주는 결과가 없었다.

<표 9> 예술계열 컴퓨팅 수업 결과

구분	요소	결과의 유의미성	
이전 경험/ 사전 지식	프로그래밍 경험	X	
	만들기 경험	X	
	피지컬 컴퓨팅 경험	X	
	영어 점수	X	
인지적 요인	인지지식	X	
	인지조절	X	
	메타인지 (인지지식+인지조절)	X	
심리적 요인	자기 효능감	사전	X
		사후	0
		사후-사전	X
	동기	ICT	X
		외재적	X
		내재적	X
	인식	SW에 대한 인식(사전)	X
		SW에 대한 인식(사후)	X

셋째, 교양 컴퓨팅 수업 데이터 분석 결과, 이전경험 중 수학 능력과 심리적 요인의 인식과 정보적 사고 인식 요소가 학업성취와 유의미한 관계를 가지는 것으로 나타났다. 학생 자신이 스스로 인지하는 수학능력이 학업성취와 약한 정적 상관관계(r=0.254, p<.001)가 있다. 학습자가 수업과 컴퓨팅이 전공과 연계되어 있다고 인식하는 정도와 학업성취는 매우 약한 정적 상관관계(r=0.178, p<.01)가 있으며, 학습자가 정보적 사고에 대해 잘 인지하고 있을수록 학업성취도 높은 것으로 나타났다(사전: r=0.45(p<.001), 사후: r=0.176(p<.01)).

<표 10> 교양 컴퓨팅 수업 결과

구분	요소	결과의 유의미성	
이전경험/ 사전지식	컴퓨터 교육(정규 교육) 경험	X	
	프로그래밍 교육 경험	X	
	수학	수능등급	X
		인지된 역량	0
	과학	수능등급	X
		인지된 역량	X
인지적 요인	주당 학습시간	X	
심리적 요인	인식(사후)(전공연계성)	0	
	정보적 사고 인식	사전	0
		사후	0

넷째, 각 연구 대상에서 공통으로 수집한 요소의 결과를 분석하였다. ‘프로그래밍 교육 경험’은 기존 문헌 분석에서도 학업성취와 관계가 있다는 결과가 나왔었다. 하지만 본 연구에서는 모든 데이터에서 유의미한 상관관계를 발견하지 못했다. ‘전공연계성’은 교양 컴퓨팅 수업에서는 매우 약한 정적 상관관계가 있었지만 다른 두 대상에서는 유의미한 관계가 나타나지 않았다.

모바일 앱 프로그래밍 수업과 예술계열 수업의 두 대상에서 ‘자기 효능감’을 공동으로 측정하였다. 예술계열 데이터에서는 유의미한 상관관계가 나타난 반면, 앱 프로그래밍에서는 그렇지 않았다.

#### 4. 결론 및 논의

본 연구는 컴퓨터 비전공자 대상 컴퓨팅 수업에서 학습자 특성과 학업성취의 관계를 파악하기 위해 실시되었다. 3개의 다른 수업 참여자를 대상으로 이전경험/사전지식, 인지적 요인, 심리적 요인의 3가지 구분에 따라 다양한 학습자 특성 변수 데이터를 수집하였다. 그 결과 모바일 앱 수업의 경우 학습스타일(순차적: 부적상관, 통합적: 정적상관), 예술계열 수업은 자기효능감(사후), 교양 컴퓨팅 수업은 수학 사전지식, 컴퓨팅과 전공의 연계성 인식, 정보적 사고에 대한 인식이 학업성취와 유의미한 상관관계가 있었다.

결과를 종합하면, 첫째, 유의미한 상관관계가 존재하는 변수의 경우 상관성이 모두 0.5이하로 크지 않다. 둘째, 공통으로 수집한 변수 ‘자기 효능감’과 ‘전공 연계성 인식’에서 상이한 결과가 나왔다. ‘프로그래밍 경험’의 경우 관계가 있다는 문헌이 있으나 3개의 대상 모두에서 관계성이 발견되지 않았다.

비전공자 대상 컴퓨팅 교육이 활발해지는 현재 상황에서 비전공자 학습자의 특성과 학업성취의 관계를 파악하여 비전공자 학습자가 가진 특성과 이가 미치는 영향을 이해하는 것은 중요한 문제라 할 수 있다. 하지만 문헌결과뿐 아니라 본 논문의 3개 대상에서 실시한 연구 결과에서도 학업성취에 영향을 미치는 학습자 특성에 대한 일관된 결과를 얻기 어려웠다. 다만 여러 문헌과 본 연구에서도 동일한 변수를 반복적으로 측정하지

않았다는 한계가 있으며, 각 연구 대상의 수업 목표와 평가 방향에 따라 결과가 상이할 수 있다는 점을 고려해야 한다.

본 연구 결과 상관성이 큰 학습자 특성이 나오지 않았고 일관된 결과를 얻기 어려웠지만, 향후 본 연구 혹은 문헌에서 조사하지 않은 변수에 대한 연구와 본 연구에서 상관성이 큰 변수를 대상으로 상관성과 영향관계를 파악하는 추가 연구를 통해 학습자 특성 연구에 대한 결론을 내릴 수 있을 것이라 생각한다. 더불어 실증적 관점이 아닌 현상적 관점으로 학습자 요인을 이해하는 노력이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [ 1 ] 노영희, 홍현진 (2011). **교육관련 국제기구 지식정보원**. 서울: 한국학술정보.
- [ 2 ] 온기찬 (2015). **제2판 교육심리학**. 경기도: 교육과학사.
- [ 3 ] Kersteen. Z., Linn, M., Clancy, M., & Hardyck, C. (1988). Previous experience and the learning of computer programming: The computer helps those who help themselves. *Journal of Educational Computing Research*, 4(3), 321-333.
- [ 4 ] Wiedenbeck, S. (2005). Factors affecting the success of non-majors in learning to program. *Proceedings of the 2005 International workshop on Computing education research* (pp. 13-24).
- [ 5 ] Mohsin, M., Wahab, M., Zaiyadi, M., Norwawi, N., & Hibadullah, C. (2010). An investigation into influence factor of student programming grade using association rule mining. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 2(2), 19-27.
- [ 6 ] Wilson, B., & Shrock, S. (2001). Contributing to success in an introductory computer science course: A study of twelve factors. *ACM SIGCSE Bulletin*, 33(1), 184-188.
- [ 7 ] Byrne, P., & Lyons, G. (2001). The effect of student attributes on success in programming. *Proceedings of ITiCSE* 2001 (pp. 49-52).
- [ 8 ] Erdogan, Y., Aydin, E., & Kabaca, T. (2008). Exploring the psychological predictors of programming achievement. *Journal of Instructional Psychology*, 35, 264-271.
- [ 9 ] Wiedenbeck, S., LaBelle, D., & Kain, V. (2004). Factors affecting course outcomes in introductory programming. *Proceedings of the 16<sup>th</sup> Workshop of the Psychology of Programming Interest Group* (pp.97-110).
- [ 10 ] Katz, S., Allbritton, D., Aronis, J., Wilson, C., & Soffa, M. (2006). Gender, achievement, and persistence in an undergraduate computer science program. *The DATA BASE for Advanced in Information Systems*, 37(4), 42-57.
- [ 11 ] Eggen, P., & Kauchak, D. (2016). **교육심리학: 교육실제를 보는 창**. 서울: 학지사.
- [ 12 ] 김민자, 유길상, 김현철 (2017). 비전공자 프로그래밍 수업 창의적 산출물의 컴퓨팅 사고력 기발 평가 루브릭 개발. **컴퓨터교육학회논문지**, 20(2), 1-11.
- [ 13 ] Felder, R., & Soloman, B. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- [ 14 ] Felder, R., & Brent, R. (n.d.). Retrieved July 25, 2017, from <http://educationdesignsinc.com/index-of-learning-styles/>
- [ 15 ] Pintrich, P., Simth, D., Garcia, T., & McKeachie, W. (1991). *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. MI: The University of Michigan.
- [ 16 ] Schraw, G. & Dennison, R. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 460-475.