

## A Study on Development of the Digital Competence Measurement Tool for University Student

Dong-Man Kim\*, Tae-Wuk Lee\*

\*Student, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education, Cheongju, Korea

\*Professor, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education, Cheongju, Korea

### [Abstract]

In this paper, we propose to develop a diagnosis tool for measuring digital competence for university student. To this end, 223 students participated for the survey research. Based on the survey by 6 domain and 40 questions, 6 factors and 18 questions for digital competence measurement were drawn throughout the factors analysis. The results of the confirmatory factor analysis showed the fact that 6 factors and 18 questions that satisfied the model-fit indexes statistically were finally confirmed. And the developed tool demonstrated good results in reliability and validity verification, which were suitable for measuring digital competence for university students. The developed measurement tool of digital competence for university students consisted of 6 sub-components such digital device operation, communication and collaboration, information searching, processing, and management, problem solving and learning, security, digital ethics. The digital competence measuring tool developed in this study is expected to be used to identify the current level of competences for university student, and to enhance their own digital competences through educational supports.

▶ **Key words:** Digital Competence, Measurement Tool, Factor Analysis, Digital Society, University student

### [요 약]

이 논문의 목적은 대학생의 디지털 역량을 진단하기 위한 검사 도구를 개발하는 것이다. 이를 위해 디지털 역량 관련 선행연구를 고찰하고 내용 요소를 선정하여 6개 영역, 40개 문항의 1차 검사 도구를 개발하였다. 이후 223명의 대학생을 대상으로 설문 조사하고, 요인분석을 통해 디지털 역량을 측정하기 위한 요소와 문항을 정제하였다. 그리고 확인적 요인분석을 통해 모형적합도를 통계적으로 만족시킨 6개 요인, 18개 문항으로 구성된 대학생 디지털 역량 검사 도구를 최종적으로 확정하였다. 이 연구에서 개발한 대학생용 디지털 역량 검사 도구는 디지털 기기 운용, 소통 및 협업, 정보 검색·처리·관리, 문제 해결 및 학습, 보안, 디지털 윤리 등과 같은 6가지 하위 구성요소로 구성되었다. 이렇게 개발된 검사 도구는 집중 타당도와 판별 타당도가 높아 대학생의 디지털 역량을 측정하는데 적합한 검사 도구임을 확인하였다. 이 연구에서 개발된 디지털 역량 검사 도구는 대학생의 현재 역량 수준을 파악하고 교육적 지원을 통해 학생들의 디지털 역량을 향상하는데 활용될 것으로 기대한다.

▶ **주제어:** 디지털 역량, 검사 도구, 요인분석, 디지털 사회, 대학생

- 
- First Author: Dong-Man Kim, Corresponding Author: Tae-Wuk Lee
  - \*Dong-Man Kim (emotionman@indischool.com), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
  - \*Tae-Wuk Lee (twlee@knu.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
  - Received: 2019. 10. 11, Revised: 2019. 12. 09, Accepted: 2019. 12. 09.

## I. Introduction

2000년 이후 디지털 격차의 발생 원인은 물리적 접근의 어려움이 아니라 기술적 접근의 어려움으로, 이로 인한 사회 불평등이 심화되었다[1]. 이후 디지털 사회의 가속화로 학생들은 디지털 도구 활용 능력을 기본으로 창의적 문제 해결을 위한 디지털 방식의 지식, 기능, 태도 등과 디지털 시민으로서 윤리적 태도, 협력하고 소통할 수 있는 능력 등을 모두 포괄하는 종합적 디지털 역량이 필요하게 되었다. 이런 역량을 개인이 충분히 갖추지 못한다면, 디지털 격차의 발생은 물론 디지털 시민으로서 살아남지 못하고 도태하게 될 것이다. 그래서 디지털 역량의 확보는 디지털 시민으로 성장하기 위한 필수적 노력이다.

그동안 디지털 역량에 대한 개념 규명과 교육 필요성에 대한 연구가 이루어져 왔다[2-6]. 그럼에도 불구하고 학계에서는 학생들의 디지털 역량을 확보하기 위한 기초 연구인 검사 도구 개발 노력이 미비한 상태이다. 그래서 교육 대상의 현재 상태를 진단하고 이에 따른 디지털 시대에 적합한 교육과정을 개발하기 어려운 상황이다.

이 연구의 목적은 문헌 연구를 통해 디지털 역량을 개념화하고, 실제적이고 구체적인 디지털 역량의 구성요소를 확인하여 이를 타당하게 측정할 수 있는 검사 도구를 개발하는데 있다. 그리고 이를 통해 향후 대학생을 대상으로 한 디지털 역량 중심 교육과정 개발의 초석을 다지고자 한다.

## II. Experimental

### 1. Digital Competence

디지털과 관련된 역량(competence)을 설명하기 위해 ICT 스킬, 테크놀로지 스킬, IT 스킬, 21세기 스킬, 정보 리터러시, 디지털 리터러시, 디지털 스킬 등과 같은 여러 용어가 사용되어 왔다[2]. 그중 디지털 리터러시는 디지털 시대를 살아가기 위해 필요한 기본 능력으로 인정되었고, 이에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 그런데 디지털 시대를 살아가는 시민들이 갖추어야 할 기본 능력은 단순한 기술이나 기능을 습득하는 것을 넘어 창의적으로 사고하고, 소통하여 협력하며, 윤리적 관점을 갖고 역량을 발휘할 수 있는 태도까지 필요하게 되었다. 한국교육학술정보원(2019)의 보고서에서도 2010년대 접어들면서 디지털 리터러시가 단순한 디지털 기능과 활용 능력을 넘어서 태도와 관점을 포함하는 역량의 관점으로 변화되고 있음을 말하였다[7].

이처럼 역량의 개념은 단순한 리터러시에서 직업이나 직무와 관련된 것으로부터 변화된 시대를 살아가기 위한

개인 삶의 질과 관련한 논의로 발전되고 있다[8]. 2017년에 유럽 집행위원회 연구센터(european commission joint research centre; ECJRC) 보고서에서도 제시한 디지털 역량은 정보 리터러시, 디지털 콘텐츠 생성과 같은 디지털 스킬과 더불어 저작권보호, 개인정보 및 프라이버시 보호, 디지털 역량 격차 해소 등 디지털 안전 및 디지털 문화와 관련한 태도와 관점을 포함하고 있다[5]. 또한 최숙영(2018)의 연구에서도 4차 디지털 역량 개념을 디지털 사회에서 일상적인 삶을 살아가고 학습하면서 각 분야에서의 작업을 혁신적이고 창의적으로 수행하기 위해 필요한 능력으로, 디지털 기술에 대한 지식, 태도, 스킬 및 문제 해결을 위한 사고력 등을 포함한다고 정리하였다[6]. 그래서 디지털 시대에 필요한 역량은 디지털 기술 및 기능을 포함하면서 지능정보사회의 시민으로서 태도와 관점 등의 사회적 의식까지 포함하는 개념으로 설정되어야 한다.

이상의 선행연구를 토대로 조작적인 개념을 정리하면, 디지털 역량(digital competence)은 다양한 기술과 역량으로 구성되며, 그 범위는 미디어 및 커뮤니케이션, 기술 및 컴퓨팅, 리터러시 및 정보 과학 등으로써 디지털 기술을 사용하는 기술 능력, 다양한 분야에서 일하고 공부할 때 일상적으로 디지털 기술을 사용할 수 있는 능력, 디지털 기술을 비판적으로 평가할 수 있는 능력, 디지털 문화에 참여하려는 태도, 윤리적이며 책임 있는 방식의 행동, 문제해결 전략 및 인식 등을 포함하는 개념으로 디지털 리터러시보다 포괄적인 능력이다.

### 2. Component of Digital Competence

일반적으로 역량은 문제 상황을 해결하는 특정 능력을 갖추어야 하며, 관찰 가능한 행동으로 드러나기 때문에 객관적 측정이 가능하다[9]. 그래서 디지털 역량은 관찰 가능한 행동으로 구성요소(component)를 도출한다면 타당한 검사 도구를 개발할 수 있다.

디지털 역량은 다양한 기술과 역량으로 구성되며, 그 범위는 미디어 및 커뮤니케이션, 기술 및 컴퓨팅, 리터러시 및 정보 과학 등으로써 디지털 역량을 구성하는 내용은 다양하고 구성요소도 포괄적이다[2]. 이 연구에서 측정하고자 하는 디지털 역량의 범위와 구성요소가 다양하고 폭넓기 때문에 검사 도구의 범위와 측정 요인을 제한하는 과정이 필요하다. 그래서 이 연구는 디지털 역량을 측정하는 초기 연구로, 확장적인 검사 도구보다는 필수적인 디지털 역량을 측정하기 위한 도구로 한정하고 이에 따른 역량에 필요한 구성요소를 확인하기 위해, 디지털 역량을 영역별로 구분하여 제시한 연구의 내용 영역을 취합하여 공통적인 부분을 필수 요소로 Table 1.과 같이 추출하였다.

Table 1. Component of digital competence

Ferrari et al. (2012)	Janssen et al.(2013)	ECJRC(2017)	Sook Young Choi (2018)	⇒	Essential component
Information management	Information processing and management	Information and data literacy	Critical thinking and information literacy	⇒	Information processing and management
Cooperation	Technical Intervention Communication and Collaboration	Communication and cooperation	Communication and Collaboration Using Digital Technology	⇒	Communication and Collaboration
Communicate and share					
Create content and knowledge	Specialized and advanced competences for work and creative expression	Digital content generation	Creative and Convergence Thinking and Content Creation	⇒	Digital Content Creation Management
	Smooth use to demonstrate self-efficacy				
Ethics and Responsibilities	Privacy and security	safety	Understanding of Digital Society and Digital Citizenship	⇒	Digital ethics, security
	Legal and Ethical Aspects				
	Understanding and Recognizing the Role of ICT in Society				
	A balanced attitude towards technology				
Assessment and problem solving	Determining appropriate digital technologies based on information	problem solving	Computational Thinking and problem solving	⇒	Problem solving
Technical operations	General knowledge and functional skills			⇒	Digital technology learning Learning to use digital technology
	Use in everyday life				
	Learn using digital technology, learn about digital technology				

Ferrari 외(2012)가 제시한 디지털 역량 7개 영역, Janssen 외(2013)가 제시한 디지털 역량 12개 영역, ECJRC(2017)의 DigComp 프레임워크에서 제시한 5개 영역, 최숙영(2018)이 디지털 역량 프레임워크에서 제시한 5개 영역 등을 취합하고, 영역으로 구분되어 강조되는 내용을 통해 Table 1.과 같이 필수 구성요소(essential component)를 확인하였다. 이와 같은 방법으로 정보 처리 및 관리, 의사소통 및 협업, 디지털 콘텐츠 창작 관리, 디지털 윤리 및 보안, 문제해결 등 디지털 역량 4가지 내용 영역을 확인하였다. 이와 같은 공통의 내용 영역은 디지털 역량을 제시한 학자나 기관에서 요소로 제시한 것이므로 디지털 역량의 필수 요소라고 할 수 있다. 따라서 디지털 역량을 측정하기 위해서는 위와 같은 필수 요소를 바탕으로 검사 도구의 내용을 구성하는 것은 타당하다.

이와 같은 방법으로 디지털 역량의 구성요소로 도출된 영역의 내용은 디지털 세상의 이해와 활용을 위해 정보화기기와 인터넷을 다루고, 정보통신기술로 타인과 소통·공유·협력할 수 있으며, 신뢰할 수 있는 정보를 처리하고 온라인 속에

서 자신의 생활을 관리하고, 실생활 및 학습의 문제 상황을 해결하는데 이용하며, 안전하고 합법적으로 온라인에서 생활하기 위해 필요한 능력 등으로 확인되었다.

이 같은 구성요소의 내용을 토대로, 디지털 역량 검사 도구를 개발하기 위한 검사 도구의 프레임워크 내용을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 디지털 시대에 요구되는 정보통신기기와 인터넷을 기본적으로 활용할 수 있는지 측정할 수 있어야 한다.

둘째, 온라인 환경에서 정보통신기술을 활용하여 다른 사람과 소통, 공유 및 협업(협력)할 수 있는지 측정할 수 있어야 한다.

셋째, 디지털 정보 및 콘텐츠를 안전하게 검색, 처리 및 관리할 수 있는지 측정할 수 있어야 한다.

넷째, 디지털 도구(디지털 기기 및 응용소프트웨어) 및 온라인 서비스를 이용하여 실생활과 학습의 문제 상황에 대한 해결책을 찾을 수 있는지 측정할 수 있어야 한다.

다섯째, 디지털 기기와 온라인 상태를 안전하게 유지할 수 있는지 측정할 수 있어야 한다.

여섯째, 합법적이며 신뢰할 수 있는 온라인 상태를 유지할 수 있는지 측정할 수 있어야 한다.

위와 같이 프레임워크를 토대로 디지털 역량을 검사하기 위한 하위 구성요소로 디지털 기기 조작, 의사소통 및 협업, 정보 검색·처리·관리, 문제해결과 학습, 보안, 디지털 윤리 등 6가지를 영역으로 도출하여 명명하였다.

### III. Method

#### 1. Research Process

이 연구에서는 대학생의 디지털 역량 검사 도구 개발을 위해 선행연구 고찰로 6개 구성요인을 도출하고 각 요인에 따라 각각 6~8개 문항, 총 42개 문항으로 1차 검사 도구를 개발하였다. 이후 전문가 집단을 구성하여 내용 타당도를 확인하였다. 기준에 미치지 못하는 문항은 전문가의 주관적 검토의견을 전공 교수 2인과 협의하여 결과를 반영하여 검사 도구를 확정하였다. 이후 확정된 문항으로 223명의 대학생을 대상으로 조사를 시행하고, 확보된 데이터로 의미 있는 요인과 문항을 도출하기 위해 요인분석(factor analysis)을 진행하였다. 이어서 확인적 요인분석(confirmatory factor analysis; CFA)을 통해 검사 도구의 내적 타당도를 확인하여 대학생용 디지털 역량 검사 도구를 최종적으로 확정하였다.

#### 2. Instrumentation

대학생의 디지털 역량 검사 도구 개발을 위해 선행연구 고찰로 1차 개발한 6개 구성요인, 42개 문항으로 구성된 검사 도구의 내용 타당도를 확보하기 위해 내용 타당도 비율(content validity ratio, CVR)을 확인하였다[10]. 1차 개발된 문항은 관련 분야 전공 교수 3인 및 박사과정 6인 등 9명을 전문가 그룹으로 선정하고 내용 타당도 비율(CVR) 값을 검증하였다. 내용 타당도 비율(CVR)을 통한 내용 타당도 확보 방법은 전문가 집단에 문항의 타당성을 묻는 설문을 진행하여,  $CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2}$ ; ( $n_e$  = '타당함'로 응답한 수, N= 전체 응답자 수)과 같은 공식으로 구한 내용 타당도 비율(CVR) 값이 Table 2.와 같은 최솟값을 충족하지 못한 문항은 제거하는 방식이다[10].

Table 2. CVR Minimum Value According to Expert Response Count

N	6	7	8	9	10	11	12
Min.	.99	.99	.75	.78	.62	.59	.56

응답 전문가 수가 9명이므로 내용 타당도 비율(CVR) 최

솟값 기준은 .78이다. 기준에 미치지 못한 2개 문항을 확보하였고, 타당하지 못한 이유를 제시한 전문가 의견을 전공 교수 2인과 검토하여 반영하여 제거하였다.

이와 같은 과정의 결과, 디지털 기기 조작, 의사소통 및 협업, 정보 검색·처리·관리, 문제해결과 학습, 보안, 디지털 윤리 등 6가지 영역, 40개 문항으로 구성된 디지털 역량 검사 도구를 확정하였다. 이 검사 도구의 응답 척도는 응답자의 명확한 역량 정도를 측정하기 위해 모두 4점 리커트 척도(4-point Likert scale)로 구성하였다. 구체적인 검사 도구의 내용은 Table 3.과 같다.

Table 3. Domain and Content of Digital Competence Research Tool

Domain (Factor Code)	Variable Code	Content	N
Digital Device Operation (DC_F1)	DC_a1	The capability of Basic Digital Device Manipulation	8
	DC_a2	The capability to set up digital devices	
	DC_a3	The capability to search and install App	
	DC_a4	The capability to check content	
	DC_a5	The capability to utilize digital devices	
	DC_a6	The capability to connect to a wireless network (Wi-Fi)	
	DC_a7	The capability to back up files	
	DC_a8	The capability to synchronize digital devices	
Communication and Collaboration (DC_F2)	DC_b1	The capability to create and set online accounts	6
	DC_b2	The capability to participate in online conversation	
	DC_b3	The capability to share content	
	DC_b4	The capability to conduct online meetings	
	DC_b5	The capability to use digital collaboration tools	
	DC_b6	The capability to participate in online communities	
Information Searching, Processing, and Management (DC_F3)	DC_c1	The capability to search for Internet sites	7
	DC_c2	The capability to utilize search operators	
	DC_c3	The capability to manage Internet information	
	DC_c4	The capability to evaluate information and content	
	DC_c5	The capability to access remotely	
	DC_c6	The capability to utilize cloud computing	
	DC_c7	The capability to manage digital information	
Problem Solving and Learning (DC_F4)	DC_d1	The capability to apply for online services	8
	DC_d2	The capability to pay online	
	DC_d3	The capability to utilize online learning platforms	
	DC_d4	The capability to acquire information with self-directed	
	DC_d5	The capability to produce presentation materials	
	DC_d6	The capability to edit content	
	DC_d7	The capability to create documents	
	DC_d8	The capability to manipulate numeric data	
Security (DC_F5)	DC_e1	The capability to maintain the latest security software	6
	DC_e2	The capability to manage digital certificates	

	DC_e3	The capability to set up personal information	
	DC_e4	The capability to check for secure Internet sites	
	DC_e5	The capability to recognize computer viruses	
	DC_e6	The capability to actively manage personal information	
Digital Ethics (DC_F6)	DC_f1	The capability to recognize the characteristics of digital information	5
	DC_f2	The capability to access legitimate online content	
	DC_f3	The capability to legally share a work	
	DC_f4	The capability to identify the usage rules of software	
	DC_f5	The capability to comply with the collective convention	
Total			40

### 3. Collecting Data and Target

이 조사는 광역시에 소재한 K대학교 1학년 학부생을 대상으로 진행하였다. 조사 기간은 2019년 9월 1일부터 9월 18일까지였고, 조사 방식은 구글 설문지(docs.google)를 이용한 온라인 방식으로 진행하였다. 조사는 모두 223명의 학생이 참여하였고, 응답자 중 불성실한 응답이 포함된 3명의 데이터를 제외한 220명의 결과를 최종 분석 자료로 사용하였다. 이 조사의 결과분석에 사용된 응답자의 성별은 Table 4.와 같다.

Table 4. Gender of Respondents

Variable	Frequency	Percent(%)	
Gender	M	47	21.4
	F	173	78.6
Total	220	100.0	

디지털 역량 검사 도구로 조사한 자료에 대한 신뢰도를 확인하기 위해 문항 내적 일관성을 측정하는 크론바흐의  $\alpha$  (Cronbach's coefficient alpha) 값을 산출하여 확인하였다 [11]. 이에 따른 검사 자료의 신뢰도 결과는 Table 5.와 같다.

Table 5. Reliability of Research Tool

Domain (Factor Code)	N	Cronbach's $\alpha$
Digital Device Operation (DC_F1)	8	.891
Communication and Collaboration (DC_F2)	6	.796
Information Searching, Processing, and Management (DC_F3)	7	.827
Problem Solving and Learning (DC_F4)	8	.883
Security (DC_F5)	6	.893
Digital Ethics (DC_F6)	5	.848
Total		.960

모든 영역의 문항에서 크론바흐의  $\alpha$  값이 .796이상으로 확인되어 수집한 자료는 신뢰할 수 있는 수준임을 확인하였고, 이어서 결과 분석을 진행하였다.

### 4. Analysis method

디지털 역량 검사 도구를 개발하기 위해 다음과 같은 자료 분석 방법을 진행하였다.

첫 번째, 개발된 디지털 역량 검사 도구의 요인 구조를 파악하기 위한 요인분석으로 전체 문항 수를 줄이는 정제 과정을 거쳤다. 먼저, 수집된 데이터의 요인분석 적합 여부 확인을 위한 KMO의 표본적합도와 Bartlett의 단위행렬 검정을 하였다. 이어서 주성분 분석(principle component analysis; PCA)을 사용하였으며, 요인부하량(factor loadings)의 단순화를 위해 요인회전은 varimax 방식을 채택하여 불필요한 문항을 제거하였다[12]. 또한 검사 도구의 설명력을 높이기 위한 방안으로 요인당 3문항 이하가 되지 않는 범위 내에서 설명력을 낮추는 문항은 하나씩 확인하고 불필요한 경우는 제거하였다.

두 번째, 정제된 디지털 역량 검사 도구의 문항들이 요인별 구성개념(잠재 변수)에 대한 측정항목(관측 변수)들이 제대로 설정되어 있는지를 확인적 요인분석(CFA)을 통해 검증하였다. 정규분포의 가정에 따라 측정 모형에 대한 모형적합도를 평가하였고, 적합도지수는 CIMIN( $\chi^2$ ) 값과 유의수준 p, df, RMSEA, SRMR, CFI, TLI 등을 이용하여 확인하였으며, RMSEA와 SRMR은 .1미만, CFI와 TLI는 .90이상을 기준으로 하였다[12]. 또한 모형의 내적 타당도를 확보하기 위해, 집중 타당도(convergent validity)와 판별 타당도(discriminant validity)를 확인하였다. 집중 타당도와 판별 타당도를 검증하기 위해 표준화 계수(Std. coefficients), 개념신뢰도(construct reliability; CR), 평균분산추출(average variance extracted: AVE), 각 요인 내 잠재변인의 상관관계, 각 요인 간 상관관계 등의 값을 계산하고 이를 분석하였다. 표준화 계수 값은 >.5, 개념신뢰도 값은 >.7, 상관관계 유의수준은 <.01 등을 기준으로 정하였다[13][14]. 이 연구는 분석을 위해 SPSS와 AMOS 프로그램을 사용하였다.

## IV. Result

조사 자료에 대한 요인분석의 적합 여부 확인을 위해 KMO의 표본적합도와 Bartlett의 단위행렬 검정을 실시한 결과, 표본적합도인 KMO 수치는 .863으로, .70이상을 나타내 요인분석에 적합한 자료였다[12]. 또한 Bartlett의 구형성 검증 결과,  $\chi^2 = 3195.054$ (df = 153, p = .000)로 유의확률이 .000으로 변인들이 서로 독립적임을 확인하여 요인분석하기에 적합하였다[12].

이 연구에서 요인분석은 디지털 역량을 영역별로 측정

하기 위한 타당한 검사 도구의 개발을 목적으로 해당 요인을 측정하는 문항을 축소하는 변수 정제 과정과 검사 도구의 타당성을 검증하는 과정이 필요하다. 그래서 먼저, 변수 정제 과정을 2차례로 나누어서 진행하였다.

1차 변수 정제 과정은 선행연구에서 확인한 요인과 다르게 적재된 문항을 선별하기 위해 주성분 분석(PCA) 및 varimax 직교회전방식을 적용하였다. 일반적으로 사회과학 분야에서 요인과 문항의 선택기준은 고유 값(eigen value)은 >1.0, 요인부하량(factor loadings)은 >.40이면 유의한 변수로 >.50이면 중요한 변수로 본다[13][14]. 이 연구에서도 이와 같은 기준을 적용하고, 선행연구에서 작성된 내용 영역을 기준으로 측정 변수 중 일부 잘못 적재된 변수를 찾아 해당 문항을 제거하는 척도 순화 과정을 거쳤다. 2차 변수 정제 과정은 같은 요인 내에서 해당 문항이 제거됨으로 설명력이 높아지는 경우에는 해당 문항을 제거하였다. 이와 같은 방법으로 도출된 정제된 변수의 구체적인 결과는 Table 6.과 같다.

Table 6. Factor Analysis Results

Factor Code	Variable	Factor Loadings	Communalities	Eigenvalues	% of Variance (%)	Cronbach's $\alpha$
DC_F1	DC_a3	.901	.884	2.903	16.129	.914
	DC_a2	.894	.925			
	DC_a4	.801	.787			
DC_F2	DC_b3	.817	.870	2.903	16.125	.938
	DC_b2	.816	.898			
	DC_b1	.797	.860			
DC_F3	DC_c4	.867	.861	1.711	9.506	.747
	DC_c2	.573	.697			
	DC_c3	.490	.623			
DC_F4	DC_d3	.746	.809	2.154	11.964	.831
	DC_d5	.741	.831			
	DC_d7	.736	.846			
DC_F5	DC_e2	.843	.842	2.808	15.602	.875
	DC_e1	.825	.834			
	DC_e5	.701	.722			
DC_F6	DC_f5	.822	.846	2.284	12.691	.826
	DC_f4	.760	.834			
	DC_f2	.702	.792			
Total				82.017		.916

이와 같은 6개의 요인, 18개 문항을 추출하고 확인한 결과, 전체 변량의 82.017%를 설명하고 요인부하량은 모두 .490이상으로 나타났으며, 공통성(communalities)은 .623 ~ .925까지 분포하였다. 요인별 신뢰도 수준은 모두 .7이상이며, 전체 신뢰도는 .916로 매우 양호하였다. 따라서 이와 같은 결과로 6개의 요인으로 구성된, 18개 문항으로 대학생의 디지털 역량을 약 82% 설명할 수 있는 검사 도구가 완성되었다.

이어서 검사 도구에 포함된 문항들이 이론적 배경에서 도

출한 디지털 역량을 타당하게 반영하고 있는지를 알아보기 위해 확인적 요인분석(CFA)으로 모형적합도를 평가하였으며, 그 과정을 통해 도출된 구체적인 결과는 Table 7.과 같다.

Table 7. Model's Goodness of Fit

	CIMIN(p)	df	TLI	CFI	SRMR	RMSEA
First Model	421.662 (.000)	120	.878	.904	.0731	.107
Modified Model	348.732 (.000)	114	.900	.925	.0688	.097
Reference Value	(<.01)		>.9		<.1	

정규분포의 가정에 따라 모형에 대한 적합도 평가를 실시한 결과, 초기 모형은 RMSEA 값이 기준치 <.1 보다 높아 모형의 수정이 필요하였다. 이후 수정된 모형에서는 적합도지수가 CIMIN  $\chi^2 = 348.732(df = 114)$ 로 최초 제안모델에 비해 값이 작아졌으며, TLI = .900, CFI = .925, SRMR = .0688, RMSEA = .097 등으로 나타나 적합도지수 모두가 기준치를 충족하였다.

Fig. 1.과 같은 수정된 CFA 모형에서 요인부하량은 모두 .82이상의 양호한 값을 확인하였다.

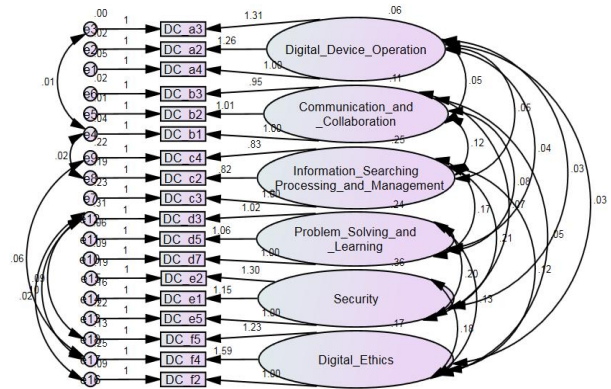


Fig. 1. Modified CFA Model

위 연구 모형에서 검사 도구의 요인별 집중 타당도를 확인하기 위해 변인별 표준화 계수와 요인의 개념신뢰도(CR)를 Table 8.과 같이 확인하였다. 개념신뢰도를 구하는 공식은

$$CR = \frac{(\sum \text{표준화적재량})^2}{(\sum \text{표준화적재량})^2 + (\sum \text{측정변수의 오차})}$$

이다[13].

각 요인의 잠재변인 간 상관은  $p < .000$  수준으로 서로 독립적이어서, 수정된 모형을 통한 검사는 집중 타당성이 확보되었다고 할 수 있다. 또한 요인 간 집중 타당성 평가 결과는 표준화계수(Std. Coefficients) 값이 .663 ~ .973로 모두 .5이상( $C.R. > 8.649, p < .001$ )이고, 개념신뢰도(CR) 값은 .985 ~ .998로 모두 .7이상을 나타내 집중 타당

Table 8. Standardization Coefficient by Variable and Construct Reliability Analysis of Factor

Factor Code	Variable	Std. Coefficients	UnStd. Coefficients	S.E.	C.R.	P	SMC	CR
DC_F1	-> DC_a4	.757	1				0.573	0.99829
	-> DC_a2	.925	1.26	0.082	15.377	.000	0.855	
	-> DC_a3	.992	1.314	0.081	16.305	.000	0.984	
DC_F2	-> DC_b1	.864	1				0.746	0.991551
	-> DC_b2	.973	1.014	0.045	22.356	.000	0.946	
	-> DC_b3	.925	0.95	0.047	20.278	.000	0.855	
DC_F3	-> DC_c3	.724	1				0.524	0.985142
	-> DC_c2	.689	0.819	0.095	8.649	.000	0.474	
	-> DC_c4	.663	0.826	0.094	8.762	.000	0.439	
DC_F4	-> DC_d7	.855	1				0.731	0.98913
	-> DC_d5	.906	1.064	0.068	15.716	.000	0.820	
	-> DC_d3	.671	1.023	0.093	10.964	.000	0.450	
DC_F5	-> DC_e5	.788	1				0.620	0.9899
	-> DC_e1	.862	1.145	0.085	13.477	.000	0.743	
	-> DC_e2	.874	1.3	0.095	13.75	.000	0.763	
DC_F6	-> DC_f2	.807	1				0.651	0.989014
	-> DC_f4	.794	1.587	0.136	11.651	.000	0.630	
	-> DC_f5	.818	1.233	0.101	12.166	.000	0.669	

도가 있는 검사 도구로 평가되었다. 그래서 이 연구에서 개발한 검사 도구의 문항들이 디지털 역량 개념을 일관성 있게 측정할 수 있음을 확인하였다.

검사 도구의 요인 간 판별 타당성을 분석하기 위해 요인 별 상관관계를 확인하고 평균분산추출(AVE) 값을 비교하여 구성된 요인 간 중복성과 유사성을 판별하였다.

평균분산추출(AVE) 값을 구하는 식은  $AVE = \frac{\Sigma(\text{표준화적재량}^2)}{\Sigma(\text{표준화적재량}^2) + (\Sigma\text{측정변수의오차})}$  으로 [12], 구체적으로 계산된 평균분산추출(AVE) 값은 Table 9.와 같다.

이어서 평균분산추출(AVE) 값과 비교하기 위해 요인 간 상관계수의 제곱( $\phi^2$ ) 값을 Table 10.과 같이 계산하였다.

Table 9. Average Variance Extracted of Factor

Factor Code	Variable	SMC	Error	AVE
DC_F1	-> DC_a4	0.573	0.046	0.973766
	-> DC_a2	0.855	0.017	
	-> DC_a3	0.984	0.002	
DC_F2	-> DC_b1	0.746	0.037	0.975132
	-> DC_b2	0.946	0.006	
	-> DC_b3	0.855	0.017	
DC_F3	-> DC_c3	0.524	0.227	0.956767
	-> DC_c2	0.474	0.185	
	-> DC_c4	0.439	0.218	
DC_F4	-> DC_d7	0.731	0.088	0.968555
	-> DC_d5	0.820	0.06	
	-> DC_d3	0.450	0.307	
DC_F5	-> DC_e5	0.620	0.222	0.970358
	-> DC_e1	0.743	0.164	
	-> DC_e2	0.763	0.09	
DC_F6	-> DC_f2	0.651	0.248	0.967755
	-> DC_f4	0.630	0.127	
	-> DC_f5	0.669	0.189	

Table 10. Correlation Coefficient between Factors

Factor Code	Factor	상관관계 ( $\Phi$ )	S.E.	p	$\Phi^2$
DC_F1	<--> DC_F6	0.03	0.008	.000	0.0009
	<--> DC_F5	0.026	0.011	.021	0.000676
	<--> DC_F4	0.041	0.01	.000	0.001681
	<--> DC_F3	0.053	0.012	.000	0.002809
	<--> DC_F2	0.053	0.008	.000	0.002809
DC_F2	<--> DC_F3	0.117	0.018	.000	0.013689
	<--> DC_F4	0.085	0.014	.000	0.007225
	<--> DC_F5	0.067	0.016	.000	0.004489
	<--> DC_F6	0.053	0.012	.000	0.002809
DC_F3	<--> DC_F4	0.166	0.027	.000	0.027556
	<--> DC_F5	0.214	0.034	.000	0.045796
	<--> DC_F6	0.122	0.022	.000	0.014884
DC_F4	<--> DC_F5	0.201	0.03	.000	0.040401
	<--> DC_F6	0.127	0.02	.000	0.016129
DC_F5	<--> DC_F6	0.18	0.027	.000	0.0324

그 결과 평균분산추출(AVE) 값이 각 요인 간 상관계수의 제곱( $\phi^2$ )보다 크게 나타나 판별 타당도가 있는 검사 도구로 확인되었다.

이상과 같이 6개 요인, 18개 문항으로 구성된 디지털 역량 검사 도구의 측정 모형은 각 이론 변수들을 측정하기 위해 선정된 지표 변수들이 충분한 내적 타당성을 지니고 있고, 이론 변수 간에도 충분한 변별성을 가지는 것으로 나타났다. 따라서 이 연구에서 개발한 디지털 역량 검사 도구는 연구 모형 하의 모든 문항 변수가 통계적으로 정확하고 타당하게 측정될 수 있음을 확인하였다.

## V. Conclusions

이 연구는 선행연구를 통해 디지털 역량을 개념화하고 디지털 역량의 필수적인 구성요소를 확인하였다. 이를 바탕으로 디지털 역량의 구성요소에 따른 검사 내용을 도출하여 타당도를 확보한 대학생용 디지털 역량 검사 도구를 개발하였다. 이 검사 도구는 6개 요인, 18개 문항으로 대학생의 디지털 역량을 약 82%의 설명할 수 있는 검사 도구이다.

이 연구가 갖는 의의는 대학생 개인의 디지털 기기의 조작 역량(디지털 기기와 인터넷을 활용하기 위한 필수 조작), 의사소통 및 협업 역량(디지털 기기나 인터넷 공간을 이용한 의사소통, 공동 작업 및 공유), 정보의 검색·처리·관리 역량(디지털 정보를 효율적으로 검색, 관리 및 저장), 문제 해결과 학습 역량(디지털 도구 및 온라인 서비스를 사용한 문제 해결과 학습), 보안 역량(보안으로 안전한 온라인 상태 유지), 디지털 윤리 역량(합법적이고 신뢰할 수 있는 온라인 생활) 등의 필수 디지털 역량 내용을 측정하여 제4차 산업사회에 필요한 기초적인 역량을 확인할 수 있는 검사 도구를 확보하였다는 점에 있다. 그래서 이 검사 도구를 적용하면, 교수와 학생은 주요 ICT 관련 기술을 이해하고 현실에서 활용할 수 있는 능력 배양과 새로운 트렌드를 놓치지 않는 감각을 길러, 디지털 사회 전반에 미치는 영향 및 기술 발달과 사회 변화의 상호관계를 파악하고 문제해결을 위한 태도와 실천적 지식을 기를 수 있는 역량을 갖추는데 필요한 자료를 확보할 수 있다.

따라서 이 연구에서 개발한 디지털 역량 검사 도구는 대학생들이 미래 사회 준비과정에서 필요한 디지털 역량을 확보하기 위한 진단 도구가 되고, 향후 이를 통해 확인한 결과는 대학에서 ICT 교육이나 디지털 리터러시, 디지털 미디어, 디지털 융합, 교양 컴퓨팅 등 디지털 역량 중심 교과목 및 교육과정 구성의 근거가 될 것이다.

디지털 기술은 끊임없이 발전하고 온라인 세상도 급속도로 변화하면서 우리 현실도 예상치 못할 정도로 달라지고 있다. 그러므로 디지털 역량도 이런 시대적 맥락에서 지속적으로 진화해야 함을 주목하고, 이에 따른 검사 도구도 꾸준히 개선하고 보완하려는 노력이 필요할 것이다.

## REFERENCES

- [1] OECD, "The definition and selection of key competencies: Executive summary," Retrieved Aug. 30, 2019, from <https://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
- [2] Ilomäki, L., Kantosalo, A., & Lakkala, M., "What is digital competence? In Linked portal. Brussels: European Schoolnet," Retrieved Aug. 28, 2019, from <http://linked.eun.org/web/guest/in-depth3>.
- [3] Ferrari, A., Punie, Y. & Redecker, C., "Understanding Digital Competence in the 21st Century: An Analysis of Current Frameworks," 21st Century Learning for 21st Century Skills 7th European Conference of Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2012 Proceedings, Vol. 7563, No. -, pp. 79-92, Sep. 2012.
- [4] Janssen, J., Stoyanov, S., Ferrari, A., Punie, Y., Pannekeet, K., & Sloep, P., "Experts' views on digital competence: Commonalities and differences," Computers & Education, Vol. 68, No. -, pp. 473-481, Oct. 2013.
- [5] European Commission Joint Research Centre, "DigComp 2.1 The Digital Competence Framework for Citizens With eight proficiency levels and examples of use," Retrieved Aug. 28, 2019, from [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf\\_\(online\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_(online).pdf)
- [6] Young Sook Choi, "A Study on the Digital Competency for the Fourth Industrial Revolution," The Journal of Korean association of computer education, No. 5, pp. 25-35, Sep. 2018.
- [7] Hyun Sook Yi, Soo hwan Kim, Han Sung Kim, Woon Jee Lee, Sun Ah Lim, Sejin Park, "2018 National Assessment of Digital Literacy of Korean Elementary and Middle School Students," KERIS, Jan. 2019.
- [8] Min Huh, Tae-Wuk Lee, "Exploration of Information Subject-centered Curriculum Integration Strategies for 21st Century Key Competencies Extension," Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 19, No. 2, pp. 253-261, Feb. 2014.
- [9] Dong-Man Kim, Tae-Wuk Lee, "An Overview of Exploration for the Development of Competencies Assessment Tools based Computational Thinking," Proceedings of the Korea Society of Computer and Information Conference, Vol. 27, No. 2, pp. 415-416, Jul. 2019.
- [10] Wilson, F. R., Pan, W., Schumsky, D. A., "Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio," Measurement and Evaluation in Counseling and Development, Vol. 45, No. 3, pp. 197-210, Dec. 2013.
- [11] Tae Je Sung, "Modern Basic Statistics: Understanding and Application(7th)," Seoul: Hakjisa, Mar. 2014.
- [12] Ho Jung Kim, Jeon Huh, "SPSS 23 Statistical Analysis and Commentary," Seoul: Topbooks, Oct. 2016.
- [13] Jong Pil Yu, "Concept and Understanding of Structural Equation Modeling," Seoul: Hannarae, May. 2016.
- [14] Shin, Soyoun, Seung-he Lee, "A Study on Development and Validity Verification of a Measurement Tol for Digital Literacy for University Student," Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, Vol. 19, No. 7, pp. 749-768, Apr. 2019.



## Authors



Dong-Man Kim received the B.Ed. degree in Computer Education from Daegu National University of Education, Korea in 2002. He received the M.Ed. degree in Practical Arts Education from Gyeongin National University

of Education, Korea in 2015. Mr. Kim is currently a doctoral course student in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. He is interested in software education, maker education, and knowledge engineering.



Tae-Wuk Lee received the B.S. degree in Science Education from Seoul National University, Korea, in 1978. And he received the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Education from Florida Institute

of Technology, U.S.A. in 1982 and 1985, respectively. Dr. Lee joined the Department of Computer Education at Korea National University of Education, Cheongju, Korea, since 1985. He is interested in computer education and knowledge engineering.