Brain, Digital, & Learning https://doi.org/10.31216/BDL.2020.10.3.321
2020, Vol. 10, No. 3, 321-332.

# Development and Validation of a Scale to Measure Perceived Digital Competency of Engineering College Students

Sung-Youn Choi*[1)]
[1)]Dongguk University

# 공과대학 학생들이 인식하는 디지털역량 측정을 위한 검사도구 개발과 타당화 연구

최성연*[1)]
[1)]동국대학교

## <ABSTRACT>

The purpose of this study is to develop a framework and a scale to measure perceived digital competency based on learning outcomes at the level of college engineering students. A survey was conducted on 293 engineering students and evidence of the validity and reliability of the scale is presented. As a result, it finds that digital competency can be measured and conceptualized as four domains: Digital literacy, Information and data literacy, Digital contents creation, and Cyber-ethics. It also reveals that freshmen show the lower level of digital competency as compared with other graders, especially in computational thinking, skills about data and information, coding skills, and digital contents creation. On the other hand, female students have strong professional accountabilities in data and a better understanding of digital citizenship. It implies that engineering education necessarily emphasizes the importance of proving digital training to freshmen year curricula and gives opportunities so they can continuously adapt to the changes that occurred by technologies. It is also important to consider teaching a problem skill in data analyzing, transform, visualization, and evaluation, also establish their computational thinking. The scale has been developed can be used to measure college students' learning outcomes and it will provide practical implementations for college engineering education.

**Key words** : Digital competency, scale development, engineering education, outcome based model

* 1st Author : Sung-Youn Choi, choisung@dongguk.edu

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea(NRF-2019R1I1A1A01059354)
Received Septermber 6, 2020; Reviewed September 7, 2020 Corrected September 16, 2020; Accepted September 20, 2020
ⓒ 2020. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

# I. Introduction

디지털사회로 대변되는 현대사회는 기술이 발전함에 따라 물리적 공간과 디지털 공간, 생물학적인 공간의 경계가 무너지고 이들이 융합되는 시대로 빠르게 변화하고 있다. 이러한 기술변화가 야기한 혁신적인 산업생태계를 4차 산업사회라고 하며, 이는 산업구조와 시장경제의 영역은 물론이고 인류의 생활양식과 직업구조에도 영향을 주고 있다(WEF, 2016). 특히 인공지능(Artificial Intelligence)의 발전은 산업과 사회, 인간의 삶 전반에 걸친 거대한 패러다임의 변화를 가져왔으며, 정보를 가공하고 처리하여 공유하는 능력은 직무와 관련하여 개인에게 요구되는 역량으로 중요성이 높다(Beniger, 2009).

UN에서도 2006년부터 미래 사회의 학습자에게 요구되는 핵심역량으로 디지털역량(Digital Competency)을 포함할 것을 제안하였고(Bocconi et al., 2016), OECD에서도 21세기에는 ICT 기술소양이 읽기, 쓰기, 셈하기와 같은 필수소양이 될 것이라고 강조한 바 있다(Ananiadou & Claro, 2009; OECD, 2016). 세계 주요 국가들도 인공지능 중심의 핵심 디지털 기술의 주도권을 선점하고, 기술발전을 통한 자국의 현안 및 문제들을 해결하기 위한 국가적 노력을 추진하고 있으며, 이러한 사회적 변화와 요구는 교육정책에도 반영되고 있다(KOFAC, 2019). 덴마크, 프랑스 등의 여러 유럽국가에서는 디지털소양(Digital Literacy) 교육을 실행하고 있으며(Bocconi et al., 2016), 영국에서도 컴퓨팅 과목을 통해 컴퓨팅 사고력을 강조하고 있다(Sung & Kim, 2015). 미국에서도 2016년도 컴퓨터 과학 교육과정 확대 계획안(Computer Science for All)과 인공지능 국가연구개발전략을 발표하여 컴퓨터 교육을 시행하고 있으며(White House, 2016; NSTC, 2016), 우리나라 2015 개정 교육과정에서도 소프트웨어 교육의 의무화와 2019년 인공지능 국가전략을 바탕으로 전 국민의 인공지능 교육을 위한 정책적 방안을 마련하고 교육과정 개발을 추진하고 있다(Ministry of Science and ICT, 2019; MOE, 2015).

이처럼 1997년에 Gilster(1997)가 디지털소양 개념을 소개한 이후 디지털 사회의 일반시민들이 사회의 변화에 적응하여 살아가기 위해서 필요한 소양으로 점차 중요성이 높아지고 있으며, 중고등학교는 물론 대학에서도 교육을 통한 디지털소양 함양에 주의를 기울이고 있다. 디지털소양은 컴퓨터를 사용하는 능력을 넘어서 비판적 사고력을 바탕으로 인터넷 정보의 가치를 판단하고, 목적에 맞는 정보로 재조합하고 활용할 수 있는 능력을 말하며, ICT 기기와 미디어의 활용, 디지털 정보를 이해하고 활용하는 능력, 코딩 능력이 이에 속한다(Choi, 2018a; Choi, 2018b). 최근에는 컴퓨터를 활용한 문제해결력이 강조되면서 컴퓨팅 사고력을 소양에 포함시키기도 한다(Lee, 2019). 특히 중고등학교 학교교육에서의 디지털소양은 기본 역량이 융합되었을 때, 학업 성취에 긍정적 영향을 주는데, 이때의 디지털소양은 읽고, 쓰는 데에 그치는 것이 아니라. 인터넷 환경에서의 정보에 접근하고, 관리, 평가하는 역량과 정보를 통합하는 역량, 새로운 지식을 창출하는 역량, 온라인을 통한 의사소통 방법을 포함한 개념이다(UNESCO, 2011). 나아가 유럽연합위원회에서는 디지털 소양을 생활 전반에 적용되는 시민을 위한 기본 교육으로 개념을 확대하면서 디지털 역량이라는 용어를 사용하게 되었다(European Union, 2019).

역량을 기반으로 하는 교육모델(Competency based model)은 단순히 지식을 축적하는 데에서 그치는 것이 아니라 지속적으로 실제적 맥락에 적합한 지식을 생성하고 창출해 내는데 목적을 둔다(Park, 2008; So, 2009; Shin, 2013; Lee & Lee, 2012; Chae, 2009; Frank, et al., 2010; Harden, et al., 1999; Saunders & Machell,, 2000; Washer, 2007; Whitston, 1998). 이를 위해서는 교육을 통해 학생이 졸업하는 시점에 일정 수준에 도달할 수 있도록 교육과정을 개발하고 그 달성여부를 평가하는 것이 중요하다. 최근의 대학교육에서도 역량 중심의 교육을 강조하고 있으며, 공학교육인증제도에서는 학습성과(Learning Outcomes) 기반의 교육과정 운영을 통해 학습자가 졸업하는 시점에 달성해야 하는 역량에 관심을 갖고 교육과 평가제도를 운영하도록 안내하고 있다(ABEEK, 2015).

체계적인 역량기반의 교육을 위해서는 학습자의

역량을 정확하게 측정하고 진단하기 위한 타당한 검사도구가 필요하다. 해외에서는 디지털역량을 측정하기 위해 국제교육 성취도 평가협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA) 주관의 국제 컴퓨터 정보소양 연구를 수행하고 있으며(Fraillon, Schulz, & Ainley, 2013), 우리나라에서도 2007년부터 한국교육학술정보원(KERIS) 주관의 초등학생과 중학생의 디지털 소양을 국가수준에서 측정해오고 있다(Park, Yi, & Kim, 2019). 이외에도 Lee(2019), Choi(2018b)의 디지털역량에 대한 연구를 비롯하여 Yang, Seo, & Ok(2020)의 연구에서도 디지털역량 진단평가를 개발하여 중학생의 역량 수준을 평가하고 평가도구로서의 확장 가능성을 제안하고 있으며, 인지진단이론에 근거한 검사문항(Park, Yi, & Kim, 2019), 초등학생, 중고등학생, 대학생 대상의 디지털 소양이나 역량을 측정하는 검사 도구(Kim & Lee, 2019; Kim & Ahn, 2003; Kim & Nam, 2008; Yang & Kim, 2016)들이 개발되어 사용되고 있다. 이처럼 여러 연구에서 디지털역량을 평가하는 방안과 검사도구를 제안하고 있지만, 대부분 중고등학생과 일반인을 대상으로 하고 있어 대학에서 요구되는 역량 수준을 반영하지 않고 있고, 공과대학에서 요구하는 학습성과의 일부분 만을 다루고 있어서 공학교육인증제도를 운영하는 대학에서 평가도구로 활용하기에 제한적이다.

이에 본 연구에서는 공학교육인증제도에서 제안하는 학습성과를 고려하여 대학생의 디지털역량 수준을 설정하고 학습자가 인식하는 역량수준을 측정할 수 있는 검사도구를 개발하였다. 수집된 자료를 바탕으로 검사에 참여한 IT 계열 공과대학 소속 학생의 디지털 역량 수준을 파악하고 이를 바탕으로 공학교육을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

# II. Materials and Methods

## 1. Participants and Data Collection

본 연구는 서울과 경기 소재 대학교의 공과대학 IT 계열 학과에 재학 중인 대학생을 2020년도 5월에 설문조사를 시행하였으며, 응답 내용을 바탕으로 검사도구 타당화를 진행하였다. 총 273명(여학생 112명, 41.0%)이 디지털역량 측정을 위한 설문에 응답하였다(<Table 1> 참고).

**<Table 1>** Participants of study

| Grade | Male | Female | Total |
|---|---|---|---|
| Freshman | 66 | 39 | 105 |
| Sophomore | 32 | 24 | 56 |
| Junior | 31 | 26 | 57 |
| Senior | 32 | 23 | 55 |
| Total | 161 | 112 | 273 |

## 2. Framework of Digital Competency

학습성과 기반의 디지털역량 검사도구 개발을 위해 먼저 디지털역량에 대한 선행연구를 바탕으로 디지털역량을 다음과 같이 정의하고 디지털역량을 구성하는 요소를 종합하였다.

*디지털역량은 기술의 발전에 따른 디지털 전환과 이로 인한 환경 변화를 이해하고, 디지털 시민으로서의 윤리와 책임감을 바탕으로 정보와 데이터를 활용하며, 정보기기와 코딩기술을 적절하게 사용하여 문제를 해결하고 새로운 콘텐츠를 창출할 수 있는 능력이다.*

선행연구에 의하면 역량은 특정한 상황이나 맥락에서 업무를 성공적으로 수행할 수 있는 지식, 기능, 태도의 총체라고 할 수 있다(Rychen & Salganik, 2003; Spencer & Spencer, 1993). 유럽연합(European Union, 2019)서는 역량은 업무나 학습상황, 전문적이거나 개인적 개발 상황에서 필요한 지식, 기능을 비롯하여 방법론적인 능력을 포함해야 하며, 또한 책임과 자율의 측면을 고려할 수 있어야 한다고 강조하고 있다.

이에 본 연구에서는 이론적연구를 바탕으로 6명으로 구성된 전문가 집단(공학, 자연과학, 교육학, 사회과학 분야 박사학위, 연구경력 10년 이상)과의 지속적인 논의를 거쳐 공학인증제도에서 제시하는 학습성과를 지식, 기능, 태도로 구분하고 대학교육

을 통해 달성해야 하는 수준을 고려하여 디지털역량과 관련된 학습성과를 설정하였다. 그리고 각각의 학습성과와 관련된 디지털역량 요소를 매칭하였다. 본 연구에서 제안하는 공과대학 학생이 갖추어야 하는 디지털역량 관련한 학습성과와 이와 관련된 디지털역량 요소는 <Table 2>와 같다. 학습성과와 매칭된 디지털역량 구성요소를 재구조화하여 4개의 요소와 13개 하위요소를 도출하였다.

각 구성요소의 정의와 공학인증제도의 학습성과와의 관련성을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, “디지털 소양(Digital Literacy)”은 디지털 환경 변화를 이해하고, 그 안에서 소통하고 컴퓨팅 과정을 이용하여 문제를 해결하는 역량을 말한다. 공학교육인증제도의 학습성과 중에서 기초지식의 이해와 사회영향에 대한 이해와 관련이 있다. 하위영역으로는 디지털 전환에 따른 기술이 사회문화, 정치경제의 환경에 미치는 영향을 이해하고, 나의 전공분야에서의 직업적 요구를 수용하는 능력인 “디지털사회 이해(Understanding Digital Society)”와 인터넷 환경에서 정체성을 바탕으로 자신을 표현하고 타인과 의사소통하고 협업하는 “인터넷 소통(Online Communication)” 능력, 문제해결에 필요한 요소를 찾고, 추상화과정을 통해 패턴을 발견하고, 알고리즘을 설계하고, 자동화하여 문제를 해결하는 “컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)”이 해당된다.

“정보와 데이터 소양(Information & Data Literacy)”은 디지털 변환이 가속화됨에 따라 거대하고 다양해지는 데이터를 분석하고, 종합하여 정보와 지식을 창출하고, 정보를 시각화하고 기술과 자원을 공유하고 관리하는 역량을 말한다. 공학인증제도에서 달성하고자 하는 학습성과 중에서 공학 문제를 정의하고 현상과 정보를 분석하는 역량과 관련이 있다. 하위영역으로 비판적 사고를 바탕으로 정보의 신뢰성을 알아차리고, 정보를 분석, 평가하여 새로운 정보와 지식을 발견, 창출하는 “정보분석 기술(Data Analysis Skill)”과 정보를 통합, 조직하여 문제해결하는데 적합하거나 이해하기 쉽게 시각화하는 “정보표현 기술(Data Visualization Skill)”이 해당된다. 또한, 정보화 사회의 가속화와 인터넷 기반의 기술이 보급됨에 따라 중요성이 높아지고 있는 디지털 자료와 정보를 체계적으로 구성하고, 데이터베이스를 활용하고 관리하는 “데이터 관리 기술(Data Management Skill)”과 디지털 클라우드 환경에서 안전하게 정보와 자원을 공유하고 활용하는 방법과 자원을 공유함으로써 집단지성을 통한 지식의 발전에 참여하는 “정보와 자원공유 기술(Information Resources Management Skill)”이 해당된다.

“디지털 콘텐츠 창작(Digital Contents Creation)”은 인터넷 자원 활용 기술과 코딩 기술, ICT 기기 활용 기술을 바탕으로 다양한 형식의 디지털 콘텐츠를 작성하거나 디지털 방식으로 자신의 생각과 아이디어를 표현하는 역량을 말한다. 공학인증제도 학습성과의 공학문제 해결을 위한 정보와 도구의 사용 능력과 제한조건을 고려한 공학설계와 관련이

**<Table 2>** Framework of digital competencies based on learning outcomes of KEC2015

| Engineering Learning Outcomes (KEC2015) | | | Digital Competencies | |
|---|---|---|---|---|
| Knowledges | Societal Understanding | ⇨ | Digital Literacy | Understanding Digital Society |
| | Applying Knowledge | | | Online Communication |
| | | | | Computational Thinking |
| Skills | Identify Problems | | Information & Data Literacy | Data Analysis Skill |
| | Analysis & Interpret Data | | | Data Visualization Skill |
| | Engineering Techniques & Practice | ⇨ | | Data Management Skill |
| | | | | Information Resources Management Skill |
| | Engineering Design | | Digital Contents Creation | Information Use Skill |
| | | | | Coding Practice |
| | | | | Creation Digital Contents |
| Attitudes | Teamwork & Communication | | Cyber Ethics | Information Accountability |
| | Engineering Ethics | ⇨ | | Information Security |
| | Life-long Learning | | | Digital Citizenship |

있다. 하위영역으로 공학 문제해결의 결과물을 설계하고 제작하는 과정에서처럼 디지털 콘텐츠를 창작하기 위해 인터넷 자원을 이용하고, 코딩기술을 바탕으로 콘텐츠를 개발하는 기술이 이에 해당된다. 구체적으로 필요한 자원에 대한 요구사항을 명확하게 정의하고, 인터넷 정보를 검색하고, 자원에 접근하고 이용할 수 있는 "인터넷 자원이용기술(Information Use Skill)"과 ICT 기기 활용 기술을 알고, 기계와의 소통을 위해 프로그래밍 언어를 이해하고, 코딩하는 실제적인 "코딩 능력(Coding Practice)", 디지털 환경에서 다양한 형식의 콘텐츠를 제작하거나, 편집과 수정을 통해 새롭고 독창적인 지식이나 서비스(프로그램, 모바일 앱 등)를 창출하는 "콘텐츠 개발(Creation Digital Contents)" 능력이 해당된다.

마지막으로 "사이버 윤리의식(Cyber Ethics)"은 정보나 데이터를 생산, 소비, 처리, 배포, 활용하는 과정에서 지켜야 하는 규범을 알고, 개인정보의 중요성과 디지털 시민으로서의 책임감과 태도를 말한다. 공학교육인증제도의 학습성과에서 소프트스킬로 구분되는 협동과 의사소통, 공학 전문가로서의 공학윤리, 자기계발과 관련이 있으며, 주로 전문가로서의 태도적 영역과 관련이 있다. 하위영역으로 인터넷 환경에서의 소통과 정보윤리, 계속되는 자기개발과 디지털 시민의식이 이에 해당된다. 구체적으로 내가 생산하거나 소비, 처리, 배포, 활용하는 과정에서 지켜야 하는 규범을 알고, 정보에 대한 저작권을 존중하고 보호하려는 "정보 책임감(Information Accountability)", 정보보안의 중요성을 인식하고 정보보안 및 개인정보보호를 위한 개념과 기술적 대응 방법을 알고 인터넷 안전과 보안을 지키려는 "정보보안 의식(Information Security)", 디지털 공동체의 시민으로서의 책임감을 갖고 네트워크에 참여하여 정보 격차, 디지털 환경의 건전성을 유지하기 위해 노력하는 "디지털 시민의식(Digital Citizenship)"이 해당된다.

## 3. Assessment Tool

공학인증제도에 기반을 둔 공과대학생의 디지털 역량 측정을 위하여 디지털역량 정의와 대학생이 갖추어야 하는 역량 수준을 고려하여 리커트 형식의 5점 척도로 이루어진 70개 예비문항을 작성하고, 문항의 양호도를 검토하였다.

먼저, 개별 문항의 기술통계와 문항간, 문항과 총점과의 상관을 분석하여 개별 문항 사이의 상관이 지나치게 낮거나 높은 문항이나 개별 문항과 총점 사이의 상관이 0.30 미만인 경우에 문항의 내용 타당도 검토를 통해 삭제하였다(Gable & Wolf, 1993). 내용 타당도 검토에는 공학, 자연과학, 교육학, 사회과학 분야의 연구경력 10년 이상의 전문가 6명이 참여하였으며, 내용 타당도 평균은 4.54로 높게 나타났다. 내용타당도 지수(Content Validity Index: CVI)도 0.82로 검사 문항이 타당함을 확인할 수 있었다(Rubio et al., 2003). 최종 문항에 대한 전문가 검토 결과는 <Table 3>과 같다. 마지막으로 이론적 개념틀의 구조와 검사문항의 요인분석을 통해 구조타당도 확보하였다. 요인분석에는 주축요인 추출법의 배리맥스 직교회전 방식을 사용하였으며, 초기의 공유값이 0.3 이하 이거나 요인 적재량이 0.4이하인 문항, 두 개 이상의 요인에 적재된 문항에 대해 내용적절성을 검토하여 최종 48개 문항을 확정하였다.

**<Table 3>** Result of contents validity

| Major | Content Validity | |
|---|---|---|
| | Mean | S.D. |
| Engineering (1) | 4.59 | 0.50 |
| Engineering (2) | 4.51 | 0.56 |
| Natural Science | 4.70 | 0.57 |
| Education (1) | 4.57 | 0.63 |
| Education (2) | 4.38 | 0.67 |
| Social Science | 4.49 | 0.51 |
| Total | 4.54 | 0.57 |

## 4. Data Analysis

자료수집을 위하여 온라인 설문조사를 시행하였으며, 수진된 자료를 바탕으로 확인적 요인분석에 의한 개념틀의 구성타당도를 검토하고 검사문항 신뢰도를 확인하였다. 또한, 최종 검사문항을 이용하여 공과대학 학생의 공학 공감능력 수준을 측정하고, 성별, 학년별, 영역별 특성을 알아보기 위하여

평균점수를 비교분석하였다.

# III. Results and Discussions

## 1. Validation of Scale

검사도구의 구성 타당도를 확인하기 위하여 요인분석을 시행한 결과 최종 검사도구의 4개 요인으로 설명된 총분산은 59.8%로 설명력이 양호하고, 통계적으로 유의했다($p$<0.001). 또한, 최종 48개 문항의 신뢰도는 크론바흐 알파($a$) 값이 0.970으로 높은 신뢰수준을 보인다. 최종 선정된 검사도구의 요인구성은 <Table 4>와 같다.

## 2. Results of Measuring Digital Competency

공과대학 학생의 디지털역량을 측정한 결과 전체적으로 디지털역량은 5점 만점에 평균 4.24점으로 높은 수준이었으며, 디지털 콘텐츠 창작 역량이 가장 높고($M$=4.52), 사이버 윤리의식($M$=4.39), 정보와 데이터 소양($M$=4.04), 디지털소양($M$=4.01)의 순으로 나타났다(<Table 5>참고). 영역간 점수 차이에 대해 분산분석(ANOVA)한 결과 구성요소간의 점수 차이는 유의했으며, 요소별로 살펴보면 디지털 콘텐츠 창작과 사이버 윤리의식이 나머지 두 개 요소에 비해 통계적으로 유의하게 나타났다($F$=27.26, $p$<0.001).

이 결과로 미루어 자기 보고에 의한 공과대학 학생의 디지털역량 측정 결과 디지털 환경에서 코딩이나 ICT 기술을 기반으로 디지털 콘텐츠를 창작하거나 서비스를 개발하는 역량과 사이버 환경에서의 윤리의식과 책임감 수준이 디지털소양이나 정보와 데이터 소양에 비해 높음을 알 수 있다.

1) Digital Competency level by Gender

디지털역량 수준을 성별로 비교한 결과 구성요소에 대한 경향성은 유사하게 나타났다. 구체적으로 디지털 콘텐츠 창작역량과 사이버 윤리의식 수준이 높고, 정보와 데이터 소양과 디지털소양이 낮은 경향은 남학생과 여학생이 같았으며, 전체 디지털역량 수준에서는 성별에 의한 차이도 나타나지 않았다(<Table 5>참고). 그러나 구성요소를 살펴보면 여학생의 사이버 윤리의식이 통계적으로 유의하게 높으며($t$=-2.27, $p$=0.024), 특히 사이버 윤리의식의 하위요소 중에서 정보보안의식 수준($t$=-2.34, $p$=0.020)과 디지털 시민의식($t$=-2.28, $p$=0.024) 요소에서 여학생 수준이 높았다.

이 결과로 미루어 여학생이 남학생에 비해 정보보안의 중요성에 대한 인식 수준이 높고, 디지털 공동체의 시민으로서의 의식 수준이 높다고 할 수 있다.

2) Digital Competency level by Grade

디지털역량 수준을 학년별로 비교한 결과 전체적으로 학년별로 평균 차이가 통계적으로 유의하게 나타났으며($F$=4.43, $p$<0.001), 샤페에 의한 사후 검증에 의하면 4학년이 1학년에 비해 역량 수준이 높은데에 기인한다(<Table 5>참고).

구성요소별로 살펴보았을 때에도 사이버 윤리의식을 제외한 나머지 모든 요소에서 학년별 차이가 나타났다. 디지털소양($F$=6.50, $p$<0.001)의 경우 3, 4학년이 1학년에 비해 통계적으로 높았으며, 정보와 데이터 소양($F$=4.05, $p$=0.008)은 3학년이 1학년에 비해 통계적으로 높고, 디지털 콘텐츠 창작 영역($F$=3.36, $p$=0.020)에서는 4학년이 1학년 보다 통계적으로 높았다.

이 결과로 미루어 공과대학 고학년 학생의 디지털소양, 정보와 데이터 소양, 디지털 콘텐츠창작 역량이 저학년에 비해 높았으며, 하위요소를 살펴보면 디지털 사회에 대한 이해($F$=7.51, $p$<0.001)와 같이 융합적인 사고를 필요로 하는 요소나, 컴퓨팅사고력($F$=5.31, $p$=0.002), 정보표현($F$=7.20, $p$<0.001), 정보관리($F$=5.14, $p$=0.002), 코딩기술($F$=3.23, $p$=0.023), 콘텐츠 개발기술($F$=3.29, $p$=0.022)과 같이 기술을 습득하여 적용하는 능력이거나, 정보 책임감($F$=4.53, $p$=0.004), 정보보안과 관련된 의식($F$=3.53, $p$=0.016)과 같이 비교적 전문성과 관련된 역량에서 그 경향성이 나타났다. 반대로 비교적 일상적인 디지털 사용과 관련된 인터넷 소통($F$=1.55, $p$=0.204)이나 정

**<Table 4>** Result of factor analysis

| | Sub-categories | Item No. | Commu-nalities | Factor Loading | | | | Cronbach Alpha(α) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 4 | |
| Digital Literacy | Understanding Digital Society | 1 | 0.645 | 0.550 | | | | 0.943 |
| | | 2 | 0.713 | 0.510 | | | | |
| | | 3 | 0.396 | 0.424 | | | | |
| | Online Communication | 4 | 0.593 | 0.604 | 0.444 | | | |
| | | 5 | 0.532 | 0.491 | 0.446 | | | |
| | | 6 | 0.622 | 0.604 | 0.481 | | | |
| | Computational Thinking | 7 | 0.691 | 0.825 | | | | |
| | | 8 | 0.534 | 0.805 | | | | |
| | | 9 | 0.670 | 0.811 | | | | |
| | | 10 | 0.633 | 0.666 | | | | |
| | | 11 | 0.568 | 0.728 | | | | |
| | | 12 | 0.618 | 0.686 | | | | |
| Information & Data Literacy | Data Analysis Skill | 13 | 0.630 | 0.466 | 0.432 | | | 0.901 |
| | | 14 | 0.656 | 0.524 | 0.487 | | | |
| | | 15 | 0.792 | 0.552 | 0.510 | | | |
| | Data Visualization Skill | 16 | 0.759 | | 0.561 | 0.455 | | |
| | | 17 | 0.752 | | 0.563 | 0.543 | | |
| | | 18 | 0.720 | | 0.463 | 0.437 | | |
| | Data Management Skill | 19 | 0.465 | | 0.565 | | | |
| | | 20 | 0.669 | | 0.543 | | | |
| | | 21 | 0.578 | | 0.691 | | | |
| | Information Resources Management Skill | 22 | 0.539 | | 0.585 | | | |
| | | 23 | 0.645 | | 0.403 | | | |
| | | 24 | 0.456 | | 0.577 | | | |
| Digital Contents Creation | Information Use Skill | 25 | 0.596 | | | 0.718 | | 0.910 |
| | | 26 | 0.383 | | | 0.645 | | |
| | | 27 | 0.494 | | | 0.764 | | |
| | Coding Practice | 28 | 0.579 | | | 0.728 | | |
| | | 29 | 0.566 | | | 0.649 | | |
| | | 30 | 0.698 | | | 0.700 | | |
| | Creation Digital Contents | 31 | 0.722 | | | 0.604 | | |
| | | 32 | 0.779 | | | 0.758 | | |
| | | 33 | 0.740 | | | 0.856 | | |
| | | 34 | 0.683 | | | 0.852 | | |
| | | 35 | 0.683 | | | 0.807 | 0.417 | |
| | | 36 | 0.592 | | | 0.794 | | |
| Cyber Ethics | Information Accountability | 37 | 0.380 | | | | 0.374 | 0.899 |
| | | 38 | 0.576 | | | | 0.685 | |
| | | 39 | 0.589 | | | | 0.580 | |
| | | 40 | 0.579 | | | | 0.580 | |
| | Information Security | 41 | 0.414 | | | 0.433 | 0.412 | |
| | | 42 | 0.400 | | | | 0.551 | |
| | | 43 | 0.692 | 0.593 | | | 0.565 | |
| | | 44 | 0.489 | | | | 0.651 | |
| | Digital Citizenship | 45 | 0.601 | | | | 0.658 | |
| | | 46 | 0.450 | | | | 0.624 | |
| | | 47 | 0.608 | | | | 0.699 | |
| | | 48 | 0.536 | | | | 0.691 | |
| Eigenvalues | | | | 11.135 | 6.350 | 6.252 | 4.959 | 0.970 |
| % of Variance | | | | 23.199 | 13.228 | 13.046 | 10.331 | |
| KMO Measure of Sampling Adequacy=.874, $\chi^2$= 5893.583 (df=1128, p<0.001) | | | | | | | | |

**<Table 5>** Result of perceived digital competencies by gender and grade

| Sub-categories | Total | | | Gender | | | | | Grade | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M (S.D.) | F | p | M (S.D.) Male | M (S.D.) Female | t | p | diff. (M-F) | M (S.D.) 1st | M (S.D.) 2nd | M (S.D.) 3rd | M (S.D.) 4th | F | p | post-hoc |
| Digital Literacy | 4.01 (0.77) | - | - | 4.05 (0.71) | 3.96 (0.86) | 0.78 | 0.436 | 0.09 | 3.83 (0.80) | 3.85 (0.77) | 4.31 (0.70) | 4.33 (0.56) | 6.50 | 0.001 | 1<3,4 |
| Digital Society | 4.15 (0.78) | 34.81 | 0.001[1] | 4.22 (0.73) | 4.07 (0.85) | 1.24 | 0.216 | 0.14 | 3.99 (0.85) | 3.92 (0.73) | 4.45 (0.64) | 4.53 (0.51) | 7.51 | 0.001 | 1<3,4 |
| Online Communication | 4.44 (0.67) | | | 4.48 (0.62) | 4.41 (0.72) | 0.75 | 0.456 | 0.07 | 4.37 (0.66) | 4.39 (0.71) | 4.53 (0.65) | 4.63 (0.60) | 1.55 | 0.204 | - |
| Computational Thinking | 3.72 (1.06) | | | 3.75 (1.00) | 3.68 (1.17) | 0.44 | 0.657 | 0.07 | 3.47 (1.14) | 3.54 (1.18) | 4.12 (0.86) | 4.08 (0.72) | 5.31 | 0.002 | 1<3,4 |
| Information & Data Literacy | 4.04 (0.69) | - | - | 4.01 (0.67) | 4.10 (0.73) | -0.84 | 0.400 | -0.09 | 3.87 (0.68) | 4.09 (0.68) | 4.25 (0.68) | 4.23 (0.65) | 4.05 | 0.008 | 1<3 |
| Data Analysus | 4.40 (0.65) | 26.87 | 0.001[2] | 4.41 (0.64) | 4.42 (0.65) | -0.09 | 0.926 | -0.01 | 4.38 (0.61) | 4.33 (0.62) | 4.41 (0.69) | 4.59 (0.70) | 1.10 | 0.349 | - |
| Visualization | 3.58 (1.13) | | | 3.51 (1.12) | 3.68 (1.16) | -0.98 | 0.330 | -0.17 | 3.21 (1.23) | 3.83 (1.03) | 4.14 (0.94) | 3.60 (0.89) | 7.20 | 0.001 | 1<2,3 |
| Data Management | 4.10 (0.86) | | | 4.11 (0.84) | 4.09 (0.92) | 0.12 | 0.907 | 0.02 | 3.90 (0.85) | 3.99 (0.98) | 4.31 (0.68) | 4.50 (0.82) | 5.14 | 0.002 | 1<4 |
| IR Management | 4.08 (0.77) | | | 4.03 (0.80) | 4.21 (0.71) | -1.64 | 0.103 | -0.19 | 3.98 (0.87) | 4.19 (0.67) | 4.16 (0.74) | 4.23 (0.63) | 1.25 | 0.292 | - |
| Digital Contents Creation | 4.52 (0.62) | - | - | 4.54 (0.61) | 4.52 (0.61) | 0.24 | 0.812 | 0.02 | 4.43 (0.61) | 4.47 (0.66) | 4.58 (0.62) | 4.80 (0.45) | 3.36 | 0.020 | 1<4 |
| Information Use | 4.47 (0.65) | 1.37 | 0.256 | 4.48 (0.66) | 4.49 (0.64) | -0.13 | 0.896 | -0.01 | 4.38 (0.65) | 4.48 (0.65) | 4.49 (0.64) | 4.72 (0.61) | 2.34 | 0.074 | - |
| Coding Practice | 4.47 (0.77) | | | 4.55 (0.68) | 4.37 (0.88) | 1.53 | 0.127 | 0.17 | 4.36 (0.88) | 4.44 (0.70) | 4.47 (0.69) | 4.83 (0.42) | 3.23 | 0.023 | 1<4 |
| Creation Contents | 4.57 (0.62) | | | 4.57 (0.61) | 4.61 (0.58) | -0.41 | 0.681 | -0.04 | 4.49 (0.59) | 4.48 (0.67) | 4.67 (0.66) | 4.83 (0.41) | 3.29 | 0.022 | 1<4 |
| Cyber Ethics | 4.39 (0.58) | - | - | 4.33 (0.59) | 4.52 (0.50) | -2.27 | 0.024 | -0.19 | 4.32 (0.54) | 4.41 (0.57) | 4.50 (0.64) | 4.46 (0.52) | 1.18 | 0.320 | - |
| Information Accountability | 4.41 (0.65) | 0.90 | 0.405 | 4.38 (0.67) | 4.50 (0.56) | -1.26 | 0.208 | -0.12 | 4.29 (0.58) | 4.46 (0.65) | 4.42 (0.77) | 4.74 (0.48) | 4.53 | 0.004 | 1<4 |
| Information Security | 4.43 (0.62) | | | 4.35 (0.64) | 4.56 (0.55) | -2.34 | 0.020 | -0.21 | 4.30 (0.61) | 4.40 (0.60) | 4.66 (0.59) | 4.55 (0.60) | 3.53 | 0.016 | 1<3,4 |
| Digital Citizenship | 4.32 (0.71) | | | 4.25 (0.73) | 4.48 (0.64) | -2.28 | 0.024 | -0.24 | 4.37 (0.67) | 4.38 (0.59) | 4.43 (0.74) | 4.11 (0.83) | 1.60 | 0.192 | - |
| Total | 4.24 (0.58) | 27.26 | 0.001[3] | 4.23 (0.57) | 4.27 (0.59) | -0.48 | 0.631 | -0.04 | 4.11 (0.55) | 4.20 (0.58) | 4.41 (0.62) | 4.46 (0.48) | 4.43 | 0.005 | 1<4 |

1) Computational Thinking< Digital Society< Online Communication

2) Visualization, IR Management< Data Management< Data Analysus

3) Digital Literacy, Information & Data Literacy < Cyber Ethics, Digital Contents Creation

보를 분석($F$=1.10, $p$=0.349)하고 공유하는 활동($F$=1.25, $p$=0.292)하는 역량의 경우에는 학년에 의한 차이가 통계적으로 유의하지 않았다.

3) Digital Literacy

디지털소양은 디지털역량을 구성하는 4개 요소 중에서 평균 점수가 가장 낮게 나타난 요소이다. 하위 요소 중에서는 인터넷 소통 수준이 높고, 그 다음이 디지털 변환이 가져온 사회변화에 대한 이해, 컴퓨팅 사고력 순서이며, 요소 간의 점수 차이는 통계적으로 유의했다($F$=34.81, $p$<0.001). 디지털 사회 이해와 컴퓨팅 사고력 요소에서 학년별 차이가 존재했으며 1학년이 3, 4학년에 비해 낮았다.

이 결과를 종합하면 공과대학 학생들은 상대적으로 낮은 디지털소양 수준을 보였으며, 그 중에서도

특히 1학년 학생들이 컴퓨팅 전략을 이용한 문제해결 능력인 컴퓨팅 사고력과 디지털 전환에 대한 사회변화이해를 어려워하는 것으로 해석할 수 있다.

4) Information & Data Literacy

정보와 데이터 소양도 디지털소양과 함께 통계적으로 유의하게 점수가 낮은 요소이며, 하위 요소간 점수 차이도 유의하다($F$=26.87, $p$<0.001). 하위 요소 중에서는 정보표현 역량과 정보와 자원을 공유하는 능력이 통계적으로 유의한 수준에서 낮았으며, 정보관리와 정보분석 능력의 수준이 높았다. 또한, 2, 3학년의 정보표현 역량 통계적으로 유의하게 높았고, 정보관리 역량은 4학년이 높게 나타났다.

이 결과로 미루어 공과대학 학생들은 정보의 신뢰성을 파악하고 분석하여 새로운 의미를 찾는데 익숙하지만, 이 정보를 적절한 형태로 변환하고 시각화하는 역량은 그에 미치지 못한다고 할 수 있다. 특히 1학년 학생의 경우 정보표현 수준이 낮았다. 또한, 디지털 자료를 체계적으로 구성하고 관리하는 데이터 관리 역량에서도 1학년의 수준이 낮았으며, 상대적으로 데이터 관리 경험이나 전공관련 학습기회가 높은 4학년의 역량 수준이 높았다.

마지막으로 데이터를 공공제로 인식하고 이를 클라우드 환경에 저장하고 자원을 공유함으로써 공동의 발전에 참여하는 능력과 관련된 정보와 자원공유 역량은 학년에 의한 차이가 나타나지 않았으며, 그 수준도 통계적으로 유의하게 낮았다. 정보와 데이터 소양과 관련하여 자원공유는 기술의 발전과 더불어 중요하게 강조되는 부분이지만 아직까지는 기대 수준에 미치지 못한다고 할 수 있다.

5) Digital Contents Creation

디지털 콘텐츠 창작역량은 인터넷 자원을 이용하여 필요한 정보를 검색하고 코딩기술을 기반으로 디지털 콘텐츠를 창작하는 능력을 의미한다. 하위영역에서 통계적인 차이는 나타나지 않았지만($F$=1.37, $p$=0.256) 다른 요소에 비해 비교적 높은 수준을 보였다. 특히 앱을 활용이나, 유튜브와 같은 디지털 자료의 활용도가 높아지면서 디지털 콘텐츠를 기획하고 제작하는 역량도 함양된 것으로 기대된다. 특히 기계와의 소통을 위한 코딩기술이나 콘텐츠 개발기술 요소에서 4학년의 역량이 통계적으로 유의한 수준으로 높았는데, 이는 표본 집단이 공과대학 IT 계열 학생이라는 점을 고려할 때, 학습경험과의 관련성을 예상할 수 있다.

6) Cyber Ethics

마지막으로 사이버 윤리의식은 디지털 정보를 생산, 소비하는 주체로써의 책임감과 구성원으로써의 건전한 디지털 환경을 구축하는데 요구되는 정보보안 의식과 디지털 시민의식을 의미하며, 디지털 콘텐츠 창작 능력과 함께 비교적 높은 수준을 보였다. 하위영역에서 통계적인 차이는 나타나지 않았지만($F$=0.90, $p$=0.405), 디지털 시민의식 수준이 비교적 낮았으며, 학년별 차이는 존재하지 않았으나($F$=1.60, $p$=0.192), 여학생이 높은 수준을 보였고, 이 성별차이는 통계적으로 유의했다($t$=-2.27, $p$=0.024). 반면 정보책임감($F$=4.53, $p$=0.004)과 정보보안 의식($F$=3.53, $p$=0.016) 요소에서는 고학년이 높게 나타났으며, 이 중에서 정보보안 의식 영역에서 여학생이 높은 수준을 보였다($t$=-2.34, $p$=0.020).

사이버 윤리의식은 성별에 의한 차이가 나타난 유일한 영역으로 여학생이 정보보안이나 개인정보보호에 대한 의식이나 디지털 공동체 시민으로서의 디지털 환경에 대한 의식 수준이 높음을 알 수 있다.

# IV. Conclusions and Implications

4차 산업사회는 디지털 기술의 발전이 야기한 혁신적인 산업생태계를 말한다. 인간의 삶이 물리적인 환경에 국한되지 않고 디지털로 확장되면서, 디지털 환경과 영향을 주고받고, 디지털 환경을 통해 사람과 사물과 관계를 맺으며 디지털 기기와 작동 원리를 활용하여 문제 해결하는 능력에 대한 요구가 등장하는 것은 자연스러운 요구라고 이해할 수 있다. 따라서 이런 사회에서 살아갈 시민이 디지털 기술에 대한 지식과 기능을 아는 것이 중요한 핵심역량임은 분명하다. 본 연구에서는 공학교육인증제도를 운영하는 대학에서 학생들이 인지하는 디지털역량의 수준

을 측정하기 위한 도구를 개발하고 타당화하기 위하여 선행연구에서 제안하는 디지털 역량 관련 요인들을 종합하여 학습성과에 기반하여 하위요소를 재구조화하였다. 이 과정은 전문가협의를 통해 이루어졌으며, 디지털소양과 디지털역량 요소를 지식과 기술, 태도로 구분하고 지식영역에서는 대학생의 전공분야나 학습상황을 고려하고, 기술영역은 디지털 자료 개발과 활용을 위한 기술 측면을 강조하였으며, 마지막으로 태도 영역에서는 책임과 자율 측면을 다루었다.

개발된 디지털역량 개념틀을 바탕으로 검사문항을 제작하고, 공과대학 IT 계열소속의 대학생 273명에게 적용하여 검사도구의 타당도와 신뢰도를 확보하였다. 검사에 참여한 학생들의 디지털역량을 측정한 결과 학생들이 인식하고 있는 디지털 역량 수준은 전반적으로 대체로 높게 나타났으며, 특히 디지털 환경에서 코딩이나 ICT 기술을 기반으로 디지털 콘텐츠를 창작하거나 서비스를 개발하는 역량과 사이버 환경에서의 윤리의식과 책임감 수준이 디지털 소양이나 정보와 데이터 소양에 비해 높음을 확인할 수 있었다. 또한, 사이버 윤리의식을 제외한 나머지 영역에서 학년차이가 확인이 되었으며 대체로 고학년이 1학년에 비해 역량 수준이 높았다. 표본집단이 디지털역량과 관련성이 높은 IT 계열 학생으로 구성되어 있다는 점을 고려할 때, 학습 경험이 높아질수록 디지털역량 수준이 대체로 높아지는 경향성을 보인다고 추정할 수 있다.

1학년 학생의 경우 컴퓨팅 전략을 이용한 문제해결 능력인 컴퓨팅 사고력과 디지털 전환에 대한 사회변화이해를 어려워하고 있었다. 사회변화에 대한 이해는 공학인증제도에서도 강조하는 부분이고, 공학기술이 사회적 맥락에서 발전하며 사회, 경제, 문화와 유기적으로 관련성을 맺고 있다는 점에서 중요하다. 따라서 공학문제를 정의할 때 공감을 통한 융합적인 접근이 필요하다고 할 수 있다. 더불어 1학년 학생들은 정보와 데이터를 활용하여 문제를 해결하거나 디지털 콘텐츠를 개발하는 데에도 어려움을 보이고 있었는데 이는 디지털기술과 관련한 교육의 경험이 제한적이기 때문인 것으로 이해할 수 있다. 따라서 수준별 디지털과 정보 관련한 교과와 비교과 교육경험을 제공할 필요가 있으며, 공학설계와 관련하여 다양한 인터넷 정보와 자원을 활용하고 정보를 처리하고, 분석하는 과정을 강조하는 등 1학년을 위한 교육 설계가 필요하다.

디지털역량을 구성하는 요소별로 살펴보면, 기술과 관련된 디지털 콘텐츠 창작 요소나, 태도와 관련된 사이버 윤리의식에 비해 디지털 소양과 정보와 데이터 소양 수준이 비교적 낮았는데, 이로 미루어 기능과 태도에 비해 인지적인 측면을 어려워하고 있다고 해석할 수 있다. 특히 컴퓨팅 기기를 활용하거나 디지털 환경에서의 문제를 해결에 대한 요구가 높아지고, 더욱이 빅데이터를 활용한 문제해결 능력에 대한 사회적 요구가 높아지고 있다는 점을 고려할 때, 컴퓨팅 사고력과 정보와 데이터 소양에 대한 교육이 강조될 필요가 있다. 다만, 이러한 경향성이 전공의 특성인지 또는 전반적으로 인지적인 측면에 대한 학습이 어려운지를 확인하기 위해서는 타 전공과의 후속연구가 필요하다.

대체로 디지털 콘텐츠 창작과 관련해서는 비교적 높은 수준으로 나타났다. 특히 코딩기술과 디지털 콘텐츠 개발 기술과 관련하여 4학년 학생의 달성 수준이 높았는데, 이점으로 미루어 사회에서 요구하는 기계와의 소통 수준을 어느 정도 달성하고 있다고 해석할 수 있다.

마지막으로 사이버 윤리의식 영역에서는 학년에 따른 점수 차이는 없었으나, 성별에 따른 차이가 나타났다. 여학생의 정보보안과 시민의식이 남학생보다 높게 나타났는데, 이로 미루어 여학생이 정보와 데이터에 대한 민감성이 상대적으로 높으며, 디지털 공동체의 시민으로서의 책임감과 디지털 환경에 대한 의식 수준이 높음을 확인할 수 있었다. 따라서 공학도의 자기계발 함양 차원에서 책임감과 동공체 시민의식에 대한 교육기회의 제공이 필요하다. 특히 사이버 윤리의식 영역 중에서 디지털 시민의식에서는 학년에 의한 차이도 나타나지 않았는데, 연구자가 소속된 대학에서 디지털 환경에 대한 공학윤리에 대한 교육적 관심이 높지 않다는 점을 고려할 때, 교육과정의 개선의 필요성을 제안할 수 있을 것이다.

이상의 결과를 바탕으로 검사도구가 타당함을 확인하고, 나아가 공과대학 소속 IT계열 학생의 디지털역량의 특성을 이해할 수 있었으며, 학년별, 성별에 따른 교육적 함의를 도출할 수 있었다. 본 연구에서 개발한 검사도구는 공학교육인증에서 요구하는 학습성과에 기반을 두어 제작함으로써 인증제도

에서 요구하는 졸업생의 학습성과 달성여부를 측정하는데 활용될 가능성이 있으며, 학년별, 교육경험별로 학습발전 정도를 측정함으로써 교육개선을 위한 근거로도 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## References


ABEEK (2015). *Program criteria for engineering programs for 2015(KEC2015).* Accreditation Board for Engineering Education of Korea. Retrieved from http://www.abeek.or.kr/intro/stendard

Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st century skills and competencies for new millennium learners in OECD countries*. Retrieved from https://eric.ed.gov/?id=ED529649

Beniger, J. (2009). *The control revolution: Technological and economic origins of the information society.* Harvard University Press.

Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education-implications for policy and practice* (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site).

Chae, S. J. (2009). An investigation on curriculum design in outcome based curriculum. *Korean Medical Education Review, 11*(1), 3-9.

Choi, J. J. (2018a). Exploring the direction and principle of "future competency education" in the age of the fourth industrial revolution. *Theory and Practice of Education, 23*(2), 39-67.

Choi, S. Y. (2018b). A study on the digital competency for the fourth industrial revolution. *The Journal of Korean Association of Computer Education, 21*(5), 25-35.

European Union (2019). *Key competencies for lifelong learning*. Retrieved from https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/297a33c8-a1f3-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-en

Fraillon, J., Schulz, W., & Ainley, J. (2013). *International computer and information literacy study: Assessment framework.* Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).

Frank, J. R., Snell, L. S., Cate, O. T., Holmboe, E. S., Carraccio, C., Swing, S. R., Harris, P., Glasgow, N. J., Campbell, C., Dath, D., & Harden, R. M. (2010). Competency-based medical education: Theory to practice. *Medical Teacher, 32*(8), 638-645.

Gable, R. K., & Wolf, M. B. (1993). *Instrument development in the affective domain (2nd ed.)*. Boston, MA: Kluwer Academic Publisher.

Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. New York: Wiley Computer Pub.

Harden, R. M., Crosby, J. R., Davis, M. H., & Friedman, M. (1999). AMEE Guide No. 14: Outcome-based education: Part 5-From competency to meta-competency: a model for the specification of learning outcomes. *Medical Teacher, 21*(6), 546-552.

Jeon, H., Lee, C., Lee Y., Lee N., & Oh K. (2019). *A study on the digital competency education of vocational high schools for the 4th industrial revolution.* Korea Research Institute for Vocational Education & Training, Research 2019-28.

Kim, D. M., & Lee, T. W. (2019). A study on development of the digital competence measurement tool for university student. *Journal of the Korea Society of Computer and Information, 24*(12), 191-199.

Kim, M. H., & Ahn, M. L. (2003). Development of digital Literacy checklist. *Korea Association for Educational Information and Broadcasting, 9*(1). 159-192.

Kim, S. T., & Nam, M. H. (2008). A study on competence for digital literacy of an elementary school pupils. *Journal of the Korean Association of Information Education, 12*(2), 151-161.

KOFAC (2019). *2019 AI convergence education policies*. Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.

Lee, C. H. (2019). Design of information education framework for future society. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 19*(12), 345-375.

Lee, S. J. & Lee, S. J. (2012). A new direction of undergraduate general education: Through a case study of competence-based education. *Korean Journal of General Education, 6*(2), 11-42.

MOE (2015). *The 2015 revised national primary and middle school curriculum*, No. 2015-74, Korea Ministry of Education.

Ministry of Science and ICT (2019). *Toward AI world leader, beyond IT*, Korea. Retrieved from http://english.msip.go.kr/english/msipContents/contentsView.do?cateId=tst60&artId=2771576

NSTC (2016). *The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan*, Korea National Science and Technology Council. Retrieved from https://www.nitrd.gov/pubs/national_ai_rd_strategic_plan.pdf

OECD (2016). *PISA 2015 results (volume I): Excellence and equity in education.* OECD Publishing.

Park, M. J. (2008). A new approach to curriculum development in higher education: Competence-based curriculum. *The Journal of Curriculum Studies, 26*(4), 173-197.

Park, S., Yi, H. S., & Kim, H. S. (2019). An exploratory study on the analysis of the digital literacy test based on the cognitive diagnostic theory. *The Journal of Educational Information and Media, 25*(2), 373-402.

Rubio, D. M., Berg-Weger, M., Tebb, S. S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social Work Research, 27(*2), 94-104.

Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.). (2003). *Key Competencies for a successful life and well-functioning society*. Hogrefe Publishing.

Saunders, M., & Machell, J. (2000). Understanding emerging trends in higher education curricula and work connections. *Higher Education Policy, 13*(3), 287-302.

Shin, H. J. (2013). A study on undergraduate liberal education curriculum for an achievement of significant learning outcomes. *Korean Journal of General Education, 7*(5), 467-493.

So, K. H. (2009). Curricular-historical base and its Liberal nature of competence-based education. *The Journal of Curriculum Studies, 27*(1), 1-20.

Spencer, L. M., & Spencer, P. S. M. (2008). *Competence at work models for superior performance*. John Wiley & Sons.

Sung, J. S., & Kim, H. (2015). Analysis on the international comparison of computer education in schools. *The Journal of Korean Association of Computer Education, 18*(1), 45-54.

UNESCO (2011). *Digital literacy in education.* IITE Policy Brief.

Washer, P. (2007). Revisiting key skills: A practical framework for higher education. *Quality in Higher Education, 13*(1), 57-67.

the White House (2016). *Computer science for all*, U S. Retrieved from https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all

Whitston, K. (1998). Key skills and curriculum reform. *Studies in Higher Education, 23*(3), 307-319.

WEF (2016, January). *The Future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution.* In Global challenge insight report. Geneva: World Economic Forum.

Yang, K., Seo, S., & Ok, H. (2020). Development of self assessment tool for digital literacy competence. *Journal of Digital Convergence, 18*(7), 1-8.

Yang, M., & Kim, J. (2016). Development a scale for e-learning digital literacy. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media, 22*(3), 485-507.

[저자의 소속과 직위]
최성연 : 동국대학교, 연구교수, 단독저자